

TOMO I:

SECCION A: Aspectos Generales e Introdutorios

SECCION B: Caracterización Ambiental

SECCION C: Impactos del Proyecto

SECCION D: Plan de Manejo Ambiental



Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

Sección A: Aspectos Generales e Introductorios

Tabla de Contenidos

TOMO I:	1
SECCIÓN A: ASPECTOS GENERALES E INTRODUCTORIOS	2
A.1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	7
A.2. INTRODUCCIÓN	25
A.2.1. PRESENTACIÓN DE EPR.	25
A.2.2. OBJETIVO DEL ESIA.....	27
A.2.3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	28
A.2.3.1. <i>Fase 1: Revisión de los contenidos del EsIA anterior</i>	28
A.2.3.2. <i>Fase 2: Retrazado de la ruta</i>	28
A.2.3.3. <i>Fase 3: Identificación de impactos relevantes y trabajo de campo</i>	31
A.2.3.4. <i>Fase 4: Valoración de impactos</i>	34
A.2.4 CONSULTAS REALIZADAS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL ESIA.....	38
A.2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y SIGLAS EMPLEADAS	40
A.2.6 NOMBRE Y CALIFICACIÓN PERSONAL DE ESPECIALISTAS	44
A.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	45
A.3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO SIEPAC.....	45
A.3.2. VENTAJAS DE LAS CONEXIONES INTERNACIONALES.....	47
A.3.3. NECESIDAD Y OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN	49
A.3.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA PROPUESTA.....	50
A.3.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	56
A.3.5.1. <i>Proceso de obtención del trazado</i>	56
A.3.5.2. <i>Descripción de corredores básicos</i>	57
A.3.5.3. <i>Análisis y justificación de la alternativa seleccionada frente a otras opciones</i>	59
A.3.5.4. <i>Fases del proyecto a ejecutar</i>	64
A.4 MARCO POLÍTICO, LEGAL Y AMBIENTAL APLICABLE	65
A.4.1. MARCO LEGAL AMBIENTAL APLICABLE	65
A.4.1.1. <i>Afectación suelos</i>	65
A.4.1.2. <i>Afectación de la vegetación</i>	66
A.4.1.3. <i>Afectación de la fauna (incluye avifauna)</i>	71
A.4.1.4. <i>Afectación de áreas protegidas y áreas de protección especiales</i>	72
A.4.1.5. <i>Afectación de regímenes especiales de derecho</i>	90
A.4.1.6. <i>Normas especiales a ser aplicadas en el proyecto</i>	97
A.4.2. INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES Y SU RELACIÓN Y PAPEL CON RESPECTO AL PROYECTO.	115
A.4.3. RESUMEN DE REQUISITOS A CUMPLIR EN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE.....	120
A.4.3.1. <i>Esquema legal general para el Estudio de Impacto Ambiental</i>	120
A.4.4. RESUMEN DE REQUISITOS A CUMPLIR PARA LA OBTENCIÓN DE LA AUTORIZACIÓN AMBIENTAL	123
A.4.5. POLÍTICAS REGIONALES Y NACIONALES QUE ENMARCAN AL PROYECTO.....	124
A.4.6. CONSULTA A INSTITUCIONES Y ENTIDADES SOBRE PLANES, PROGRAMAS Y PROYECTOS EN LA ZONA DEL PROYECTO.	128
A.5. DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS, RETRAZADO DE LA RUTA Y JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	128
A.5.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRAZADO DE LA RUTA	128

A.5.2. DESCRIPCIÓN POR TRAMOS HOMOGÉNEOS.....	128
A.5.2.1. Tramo Homogéneo CR-1: Frontera de Nicaragua–Cruce a Upala	129
A.5.2.2. Tramo Homogéneo CR-2: Cruce Upala- Río Mechas.....	130
A.5.2.3. Tramo Homogéneo CR-3: Río Mechas -Río Lagarto	131
A. 5.2.4. Tramo Homogéneo CR-4: Río Lagarto-Río Grande de Tárcoles.....	133
A.5.2.5. Tramo Homogéneo CR-5: Río Grande de Tárcoles-Río Parrita.	134
A.5.2.6. Tramo Homogéneo CR-6: Río Parrita-Río Savegre.....	136
A.5.2.7. Tramo Homogéneo CR-7: Río Savegre a 572 112 W-133 492 N.....	137
A.5.2.8. Tramo Homogéneo CR-8: 572 112 W-133 492 N-596 416 W-106 663 N	138
A.5.2.9. Tramo Homogéneo CR-9: 596 416 W-106 663 N - Río Lagarto.....	140
A.5.2.10. Tramo Homogéneo CR-10: Río Lagarto-frontera con Panamá.....	141
B.1. MEDIO FÍSICO	144
B.1.1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	144
B.1.1.1 Geología.....	144
B.1.1.2 Geomorfología y Fisiografía.....	160
B.1.2. EDAFOLOGÍA	171
B.1.2.1. Principales parámetros de la capacidad de uso de las tierras.	171
B.1.2.2 Principales órdenes de suelos en los tramos de estudio.	172
B.1.3. AGUA.....	187
B.1.3.1 Red hidrológica	187
B.1.3.2. Características físicas.....	188
B.1.3.3 Embalses en proyecto	188
B.1.3.4 Zonas inundables.....	189
B.1.3.5. Hidrogeología.....	195
B.1.3.6. Vulnerabilidad debida a los cambios en cubierta vegetal.....	204
B.1.4. CLIMA	206
B.1.4.1. Caracterización climática	206
B.1.4.2. Estaciones seleccionadas.....	207
B.1.4.3. Pluviometría	208
B.1.4.4. Humedad relativa.....	212
B.1.4.5. Régimen térmico.....	213
B.1.4.6. Viento.....	216
B.1.4.7. Tormentas.....	217
B.1.5. VEGETACIÓN	219
B.1.5.1. Descripción del marco biogeográfico y bioclimático.....	219
B.1.5.2. Series de vegetación potencial	222
B.1.5.3. Series climatófilas y edafófilas.....	222
B.1.5.4. Cartografía de formaciones vegetales.....	223
B.1.5.5. Catálogo general de las especies presentes en las formaciones vegetales.....	224
B.1.5.6. Fragilidad de los sistemas vegetales.....	224
B.1.6. FAUNA	237
B.1.6.1. Descripción del marco biogeográfico y definición de hábitats.....	237
B.1.6.2. Catálogo general de las especies presentes en cada hábitat.....	242
B.1.6.3. Definición de corredores ecológicos.....	249
B.1.6.4 Poblaciones existentes de aves y sus características.....	252
B.2: MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	257
B.2.1. PAUTAS DE CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO Y ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN.	258
B.2.1.1. Las pautas a nivel regional y provincial	259
B.2.1.2. Las pautas de evolución demográfica a nivel de cantón y distrito	262
B.2.1.2.1. Cantones y distritos de la Región Brunca.....	262

B.2.1.2.2. Cantones y distritos de la Región Pacífico Central	295
B.2.1.2.3. Cantones y distritos de la Región Central	342
B.2.1.2.4. Cantones y distritos de la Región Chorotega	352
B.2.2. DENSIDAD DE POBLACIÓN Y CONFLICTOS POTENCIALES.....	390
B.2.3. LA SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA GENERAL DE LOS CANTONES Y DISTRITOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	401
B.2.3.1. Nivel de vida y pobreza.....	401
B.2.3.2. La provisión de servicios básicos a la población.....	406
B.2.3.3 Nivel de alfabetización y de escolaridad.....	408
B.2.4. REGULACIONES SOBRE EL USO DEL SUELO Y SUS IMPLICACIONES PARA EL PROYECTO	411
B.2.4.1. Uso de la tierra, líneas y proyectos de desarrollo e impacto de la línea de transmisión	419
B.2.5. COMUNIDADES INDÍGENAS	422
B.2.6. PATRIMONIO HISTÓRICO CULTURAL.....	423
B.2.6.1. Presentación	423
B.2.6.2. Objetivos	424
B.2.6.3. Metodología	424
B.2.6.4. Resultados Arqueológicos	425
B.2.6.5. Inventario de sitios arqueológicos	427
B.2.6.6. Evidencia arqueológica.....	429
B.2.6.7. Resultados generales	429
B.2.6.7.1. La Gran Nicoya.....	431
B.2.6.7.2. El Pacífico Central	440
B.2.6.7.3. La Gran Chiriquí, El Diquís.....	443
B.2.7. AFECCIONES A LA POBLACIÓN.....	448
B.2.7.1. Electromagnetismo y salud.....	448
B.2.7.2. Campos Eléctricos y Magnéticos de 50Hz: estado actual del conocimiento.....	452
B.2.7.3. Relación entre líneas eléctricas, trabajos eléctricos y cáncer.....	453
B.3 RIESGOS NATURALES	502
B.3.1. RIESGO SÍSMICO	502
B.3.1.1 Riesgos geológicos, vulcanología y sismicidad.....	502
B.3.1.2. Descripción de la sismicidad y tectónica del entorno.....	502
B.3.1.3. Fuentes sísmicas a lo largo del área del proyecto	503
B.3.2. RIESGO DE EROSIÓN	510
B.3.2.1. Susceptibilidad a procesos erosivos.....	510
B.3.3. RIESGO VOLCÁNICO	511
B.3.3.1. Susceptibilidad del terreno y de las instalaciones del proyecto.....	511
B.3.3.2. Apertura de nuevos conos volcánicos y otros riesgos.....	511
B.3.3.3. Amenaza por volcanes activos a menos de 30 Km de la Línea de transmisión.....	511
B.3.4. RIESGOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS, FALLAMIENTO LOCAL E INESTABILIDAD DE LADERAS	512
B.3.4.1. Amenazas por inundaciones, fallas y deslizamientos	512
B.3.5. RIESGOS DE INCENDIO.....	517
SECCIONES C Y D: IMPACTOS DEL PROYECTO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	518
SECCION C: IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	519
C.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	520
C.1.1. Impactos Fase de Construcción.....	520
C.1.2. Impactos Fase de Operación.....	528
C.2. VALORACIÓN DE IMPACTOS	539
C.2.1. Impactos Fase de Construcción	539

C.2.2	Valoración de los Impactos Fase de Operación.....	549
C.2.3	Análisis de Resultados	558
C.2.4	Comportamiento de los factores ambientales, de acuerdo con los valores acumulativos de Impacto.....	559
C.3	IMPACTOS TRANSFRONTERIZOS	570
C.3.1	Colindancia con la frontera Norte (Nicaragua)	571
C.3.2	Colindancia con la frontera Sur (Panamá)	572
SECCION D:	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	574
D.1.	INTRODUCCIÓN.....	575
D.2.	GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	577
D.2.1	Objetivos.....	577
D.3.	RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	577
D.4.	METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO.....	578
D.4.1	Seguimiento de Plan de Gestión Ciudadana.....	578
D.4.2	Control de Normativa Vigente.....	579
D.5	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL	579
D.5.1	Medidas Aplicadas al Diseño del Proyecto	579
D.5.2	Medidas en Construcción	586
D.5.3	Medidas Complementarias.....	591
D.5.4	Medidas Ambientales Aplicadas a la Operación del Proyecto.....	592
D.5.5	Medidas en Mantenimiento.....	594
D.5.6	Plan de Rutas	597
D.5.7	Oficina de Seguimiento Ambiental EPR.....	597
D.5.8	Resumen del Plan de Gestion Ambiental (P.G.A) y Costos.....	598
D.6	PLAN DE MONITOREO	599
D.6.1	Fase de Construcción.....	599
D.6.2	Fase de Operación	603
D.6.3	Aspectos e Indicadores de Seguimiento	605
D.7	PLAN DE CONTINGENCIA	610
D.7.1	Evaluación del Incidente.....	611
D.7.2	Seguimiento del Incidente	611
D.7.3	Comunicación del Hecho.....	611
D.7.4	Aplicación de las Medidas de Corrección en la Infraestructura	612
D.7.5	Aplicación de Medidas a la Población.....	612

A.1. Resumen Ejecutivo del Proyecto

El presente documento se remite a las Municipalidades en cumplimiento de los procedimientos establecidos por la SETENA en la resolución del 07 de noviembre de 1 997, como parte del proceso de divulgación, durante la etapa de revisión de los Estudios de Impacto Ambiental, razón por la cual se remite para su conocimiento.

Como se indica en la carta de presentación a la que se adjunta este documento, la Empresa Propietaria de la Red, se encuentra en la mejor disposición de aclarar las inquietudes que este documento pueda generar, para ello pueden contactar con el Ingeniero Javier Saborío Bejarano, localizable al teléfono 232 63 10, fax: (506)296-4380, email: jsaborio@eprsiepac.com.

La Empresa Propietaria de la Red.

El proyecto para el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) consiste en la creación de un eje troncal eléctrico, constituido por una línea de transporte a 230 kV, que interconectará: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El objetivo de la interconexión es mejorar la disponibilidad eléctrica en estos países por medio del apoyo que se proporcionarían unos a otros.

Para la ejecución del proyecto se estableció un **Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central**, mismo que en el caso de Costa Rica fue aprobado mediante la Ley No. 7848 publicada en el Diario Oficial La Gaceta del 3 de diciembre de 1 998. El Artículo 3° de la Ley de Aprobación del Tratado Marco autorizó la participación del Instituto Costarricense de Electricidad como accionista de la Empresa Propietaria de la Red.

En 1 997 la Empresa Propietaria de la Red (EPR) presentó un Estudio de Impacto Ambiental Regional y por país ante el Banco Interamericano de Desarrollo, donde se describen las características del proyecto y su proceso constructivo: Además, en ese estudio se analizan en forma preliminar los posibles impactos ambientales y medidas tanto mitigatorias como de recuperación ambiental (en aquellos casos donde corresponda), relacionadas con el proyecto y de acuerdo con la realidad medioambiental de la ruta preliminar establecida para el proyecto.

Como paso previo al diseño final, construcción y ejecución del proyecto, EPR procedió, mediante una licitación privada, a la adjudicación de la Actualización de los Estudios de Impacto Ambiental en los países de Centroamérica y Panamá. En el caso de Costa Rica la licitación fue ganada por el Consorcio **ECOTEC/ProAmbiente/RPI Inc**, las dos primeras costarricenses y la última estadounidense.

Objetivo del EsIA

El objeto de la contratación del Consorcio ECOTEC, según se indica en el contrato firmado con EPR, consiste en la: *Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de la Línea SIEPAC*

en su tramo Costa Rica y la tramitación de la correspondiente Licencia Ambiental del Proyecto”.

Organo Ambiental Encargado

En el caso específico de Costa Rica, la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, es el órgano del Ministerio del Ambiente y Energía encargado, tanto de establecer los términos de referencia que deben ser seguidos en cada estudio de impacto ambiental, de acuerdo con el nivel esperado de impacto producto de la naturaleza del proyecto, así como de revisar el estudio de impacto ambiental resultante, de otorgar la correspondiente viabilidad ambiental y de definir el seguimiento necesario para asegurarse que el Plan de Gestión Ambiental del proyecto se cumpla adecuadamente.

Metodología Utilizada para la Actualización del EsIA

El área de estudio incluyó la línea y una banda de investigación de 2 Km a ambos lados de ésta. La metodología empleada constó de cuatro fases:

- Revisión de los contenidos del EsIA anterior
- Retrazado de la ruta
- Identificación de Impactos relevantes y trabajo de campo
- Valoración de Impactos

Fase 1: Revisión de los contenidos del EsIA anterior: El contenido del EsIA del 97 suministrado por la EPR fue analizado con la finalidad de identificar la validez de la información, actualizando y profundizando en aquellos componentes que así lo requerían. La revisión anterior permitió definir los alcances con que cada uno de los especialistas debería abordar la actualización del EsIA, en atención a los términos de referencia del contrato y los FETER de proyecto (ver Anexo 9 en sección G, Tomo III).

Fase 2: Retrazado de la ruta: Para completarlo se cumplieron los siguientes pasos:

1. Revisión de la ruta impresa contra la versión de las coordenadas en formato digital, ambas suministradas por EPR.
2. Análisis y verificación de los tramos homogéneos definidos en el EsIA 97.
3. Identificación del nivel de detalle del trabajo y definición de subtramos.
4. Identificación y calificación de las variables a ser analizadas.
5. Optimización del trazado de la ruta con base en las variables restrictivas consideradas.
6. Ajustes para cada subtramo original (punto No. 3)
7. Definición de los subtramos finales como unidad de análisis

Fase 3: Identificación de impactos relevantes y trabajo de campo: La identificación de impactos potenciales realizada en el EsIA de 1 997 se consideró suficientemente exhaustiva y por lo tanto válida para esta actualización. Sin embargo, dado que existe mucha similitud entre los impactos ocasionados por las diferentes actividades de

construcción, se utilizó el criterio de los profesionales participantes para agruparlos en cuatro categorías:

- Aumento en la contaminación por movimiento de materiales “deposición – socavación” producto de la combinación entre el aumento en la erosión hídrica o eólica durante los movimientos de tierra por vías de acceso, sitios de apoyo y apertura de calles finales.
- Pérdida de elementos de biodiversidad evidentes, producto del fraccionamiento de hábitat que se produce con la pérdida de bosque por las actividades de construcción de caminos de acceso, adecuación de las bases, izado de torres y apertura de calles.
- Consideraciones acerca de amenazas naturales a la fundación de las torres, que contemplan causas geodinámicas tales como la estabilidad de los terrenos como efecto de mecanismos de disparo: sismos, intensidad de lluvias, sobre variables de estado tales como pendientes, cobertura y uso del suelo, geología y propiedades del suelo, entre otras.
- Impactos sobre el paisaje por la presencia de la línea durante la fase de operación.

Fase 4: Valoración de Impactos: Consistió en analizar cada uno de los de impactos potenciales y otorgarles un valor que permite priorizar la atención en las medidas ambientales, con el fin de prevenir, mitigar o compensar los impactos de mayor relevancia.

La valoración de los impactos se llevó a cabo mediante la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA), recomendada por la SETENA, en la Resolución No. 588-97, dividiéndose las matrices de valoración de impactos en etapas: construcción y operación. Para la primera etapa, construcción, se estudiaron los impactos generados por tres diferentes actividades del proyecto, a saber: apertura de caminos, construcción de torres y colocación de cableado y apertura de la calle o servidumbre. En la etapa de operación se valoraron los impactos considerando la apertura de caminos de acceso y la presencia de la línea de transmisión, su operación y mantenimiento.

Se produjeron diferentes imágenes, uno por factor ambiental, aguas superficiales, aguas subterráneas, suelo, biota, paisaje y socioeconómico, con una escala de importancia de impacto bajos a medios aplicada a cada subtramo de la ruta. Lo anterior permitió identificar el mayor énfasis que se debe presentar en el Plan de Gestión Ambiental y por ende en la regencia ambiental del proyecto, para los impactos potenciales de mayor importancia.

Consultas Realizadas Durante la Elaboración del EsIA

Para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental de 1 997, se llevaron a cabo una serie de consultas con distintas instituciones o entidades de una u otra forma relacionadas con la línea de transmisión SIEPAC.

Uno de los mayores niveles de consulta se dio con el Ministerio de Ambiente y Energía, pues en el trazado de la ruta se detectaron algunos sitios ambientalmente sensibles que podrían ser afectados.

Con la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), dependencia del MINAE, se realizaron varios acercamientos y se estableció una Comisión de Enlace con la que se viene realizando reuniones periódicas para discutir los avances del proyecto.

También se llevaron a cabo consultas para conocer la percepción local sobre proyecto, en cada uno de los Municipios, tanto con sus autoridades como con los consejos de distrito por donde pasa la ruta y los actores locales que ellos consideraron oportuno. Además de las instituciones regionales relevantes.

Responsables de la Ejecución del EsIA

La Ejecución del presente EsIA contó con la participación de un grupo multidisciplinario con las siguientes especialidades: Biología, Geografía, Agronomía, Ing. Forestal, Sociología, Arqueología, Derecho, Ing. Civil, Sistemas de Información Geográfica y Administración de Negocios.

Descripción General del Proyecto.

Antecedentes del Proyecto SIEPAC

El proyecto SIEPAC se originó en 1 987, en una primera reunión de las agencias y agentes gubernamentales responsables del sector eléctrico de los seis países del istmo centroamericano, y contó desde su inicio con el apoyo del Gobierno de España, que patrocinó el estudio de un proyecto de interconexión que conectaría todos los países con una red troncal a 230 kV, y que debería construirse para el año 1 992. En esta reunión un Protocolo de Acuerdo fue firmado por todos los Presidentes, en el que se formalizó el compromiso y vinculación de las Empresas Eléctricas al Proyecto y se decidió la realización de los estudios necesarios para su materialización.

En octubre de 1 993, en la 14ª Cumbre de Presidentes de los Países de América Central, celebrada en Guatemala, se suscribió el protocolo de Tratado de Integración Económica de Centroamérica, en el cual se establecieron las normas de la participación de los países en las políticas económicas de la región. Dentro de este contexto de la integración centroamericana, el desarrollo del Proyecto SIEPAC representó un hito importante para la región.

Según los datos existentes en su momento, los países centroamericanos se encontrarán con serias dificultades para satisfacer sus respectivas demandas de energía en un plazo relativamente corto. Para dar respuesta de forma individual a esta demanda se requerirán inversiones económicas muy significativas, que podrían verse condicionadas o limitadas por la crisis económica que atraviesa la región, por lo que se consideró necesario y urgente realizar un proyecto conjunto de interconexión eléctrica a escala regional, que permitiera acometer el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

Como antecedentes técnicos se utilizaron en un principio los estudios realizados hasta la fecha por las propias empresas eléctricas nacionales, apoyadas por la Comisión Económica para América Latina, así como los datos existentes de la realidad misma de las interconexiones presentes entre los diferentes países.

Una vez concluidos estos estudios, se presentaron al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y al Banco Internacional de Recursos y Finanzas (BIRF), al igual que a la Cumbre de Presidentes Centroamericanos de Julio de 1988.

Más adelante el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), dependiente del Ministerio de Asuntos Exteriores de España, firmó un acuerdo de cooperación con el Grupo ENDESA, con el objeto de aunar esfuerzos para la realización del Proyecto, al tiempo que se incluyó esta cooperación en el marco de las realizaciones del V Centenario a través de la Sociedad Estatal correspondiente.

En el año 1991 ENDESA presentó al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el esquema para desarrollar el proyecto reformado, para cuyo análisis se prepararon, conjuntamente con el BID, los Términos de Referencia del Proyecto y la propuesta de trabajo de los estudios complementarios, aprobados ambos en la reunión de presidentes y coordinadores del Proyecto SIEPAC, celebrada en Madrid en Septiembre de 1992.

Paralelamente, y también en Madrid, se constituyó la sociedad SIEPAC, S.A., en julio de 1993, con participación del Grupo ENDESA de España, y las empresas centroamericanas interesadas en el proyecto, es decir el INDE de Guatemala, la CEL de El Salvador, la ENEE de Honduras, el INE de Nicaragua, el ICE de Costa Rica y el IRHE de Panamá, cuyo principal objeto es la construcción y explotación del sistema eléctrico de interconexión.

Por último, tras la correspondiente negociación se reformuló el proyecto en la última reunión de los coordinadores nacionales, realizada en enero de 1997, coincidiendo con la misión de análisis del BID, habiéndose decidido a partir de los análisis realizados por los consultores externos, que la línea definitiva sea una línea en simple circuito a 230 kV. Esta última decisión supone una modificación del alcance inicial del Proyecto.

Uno de los requisitos previos a la construcción de la línea SIEPAC consiste en la actualización del estudio de impacto ambiental realizado en 1997, lo que constituye el contenido de este documento.

Resultados

Marco político, legal y ambiental aplicable

Esquema legal general para el Estudio de Impacto Ambiental:

La Ley Orgánica del Ambiente, en su artículo 17, establece la obligación genérica de realizar una evaluación de impacto ambiental para todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos. La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) como órgano

competente para aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, viene a desarrollar las disposiciones contenidas en la Ley Orgánica del Ambiente, a través de su Reglamento sobre Procedimientos de SETENA. El artículo 21 de ese Reglamento establece la presentación de un estudio de impacto ambiental como requisito para la realización de varias actividades, todas las cuales están relacionadas de alguna forma al recurso del agua y dentro de las cuales se incluye en forma explícita la generación y transmisión eléctrica.

Regulación relativa a posibles amenazas a la salud.

La Ley General de Salud prevé el ejercicio de la potestad reglamentaria para fijar límites respecto de la exposición a campos eléctricos y magnéticos en obras de transmisión de energía eléctrica, por parte del Ministerio de Salud.

Con base en lo anterior y relativo al probable impacto del electromagnetismo en salud se tiene una norma jurídica concreta para regular esta materia: **Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en Obras de Transmisión de Energía Eléctrica**, Decreto N° 29296-SALUD-MINAE. Allí se establecen los valores permisibles de los niveles de densidad de los campos eléctricos y magnéticos inducidos por las instalaciones de transporte de energía eléctrica, como medida precautoria para la salud pública. Además define las condiciones ambientales a considerar en las etapas de planificación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de tales instalaciones.

Importante de rescatar, según el artículo 2 de este Decreto, que su aplicación es obligatoria para el Instituto Costarricense de Electricidad y para cualquier otro prestador del servicio público de transporte de energía eléctrica a alta tensión.

Definición de tramos homogéneos, retrazado de la ruta y justificación ambiental.

La ruta de la línea se dividió en tramos homogéneos, de acuerdo con características comunes en cuanto a zona de vida, cobertura vegetal y condiciones socioeconómicas, definiéndose 10 tramos para todo el territorio nacional, iniciando en la frontera con Nicaragua y finalizando en la frontera con Panamá.

En general, la ruta atraviesa el territorio nacional por una serie de formaciones geológicas, ecosistemas, zonas de cultivo y poblados bastante variada y propia de la diversidad geomorfológica y ambiental de Costa Rica. Mediante la aplicación de la metodología ya descrita, el trazado de la ruta, que se describe en detalle para cada subtramo más adelante, evita aquellos ambientes naturales, asentamientos humanos o zonas de valor histórico cultural, que implicarían un mayor impacto ambiental del proyecto. De tal suerte que al evitar esos ambientes, el trazado como tal es ambientalmente viable, mediando los condicionantes que emanen del estudio de impacto ambiental de aquellos tramos o subtramos donde se requieran medidas precautorias, de mitigación o compensación, asunto que será presentado en su momento en el Plan de Gestión Ambiental respectivo.

Tramos homogéneos y sus características

Las características básicas de los tramos que atraviesa la línea SIEPAC se presentan en el siguiente cuadro, valga destacar que no pasa en ningún tramo por una categoría de Parque Nacional.

Tramo y Extensión	Cantones y Distritos que Atraviesa	Áreas Silvestres Vecinas	Uso del Suelo
CR-1 Frontera Nicaragua, Cruce La Cruz-Upala 17,62 Km	Cantón La Cruz, distrito La Cruz.	Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo	Pastos con pequeños parches de bosque, especialmente a orillas de las quebradas y ríos principales.
CR-2 Cruce La Cruz-Upala-Río Mechas. 22,76 Km.	Cantón de La Cruz, distritos La Cruz y Santa Elena	Parques Nacionales Guanacaste, Rincón de la Vieja y Miravalles.	Pastos y algunos parches de bosques secundarios de considerable extensión hacia el norte y este del tramo. Bosque primario solo en los cauces de los ríos y quebradas.
CR-3 Río Mechas-Río Lagarto. 123,33 Km.	Distritos de Nacascolo, Mayorga, Cañas Dulces, Curubande y Liberia, del cantón de Liberia; Bagaces, del cantón de Bagaces; Cañas del cantón de Cañas y Las Juntas del cantón de Abangares	Reserva Biológica Lomas Barbudal	Bosque primario a orillas de las quebradas y en la Reserva Biológica y un parche grande cerca del Río Lagarto. Bosque secundario en pequeños parches asociado a ríos y quebradas. La caña es el principal cultivo, pastos para ganadería de engorde.
CR-4 Río Lagarto-Río Grande de Tárcoles. 61,99 Km.	Distritos de Chomes, Pitahaya, Puntarenas, Barranca y Chacarita, del cantón de Puntarenas; San Isidro y Miramar del cantón de Montes de Oro; Espíritu Santo, San Rafael y San Juan Grande del cantón de Esparza; Jesús María del cantón de San Mateo y Mastate, La Ceiba y Coyolar, del cantón de Orotina.	Refugio Nacional de Vida Silvestre Finca la Avellana	Pastos y cultivos permanentes y anuales como el café. Bosque secundario y poco primario en quebradas y ríos de la zona.
CR-5 Río Grande de Tárcoles-Río Parrita. 44,51 Km.	Distritos: San Juan de Mata del cantón de Turrubares, Chires del cantón de Puriscal y Parrita del cantón del mismo nombre	Parque Nacional Carara, Zona Protectora Cerros de Turrubares, Refugio Nacional de Vida Silvestre Fernando Castro Cervantes y Refugio Nacional de Fauna Silvestre CACYRA.	Pasto, cultivos permanentes y anuales. Extensos bosques primarios en las áreas protegidas y parches de este tipo de bosque al sur del tramo.
CR-6 Río Parrita-Río Savegre. 37,82 Km	Distritos: Parrita del cantón del mismo nombre. Quepos y Naranjillo, del cantón de Aguirre.	Ninguna	Pastos cultivos. Casi 40% de cobertura de bosques primarios y secundarios

CR-7 Río Savegre a 572.112W-133.492N. 50,85 Km	Distritos: Savegre del cantón de Aguirre, Barú y San Isidro del General del cantón de Pérez Zeledón.	Refugio Nacional de Vida Silvestre Portalón (privado) y Refugio Nacional de Vida Silvestre Transilvania.	Pastos y cultivos. , Bosques en las zonas de mayor pendiente y en las áreas protegidas.
CR-8 572.112W-133.492N-596.416W-106.663N. 43,06 Km	Distritos: Platanares y Pejibaye del cantón de Pérez Zeledón; Colinas del cantón de Buenos Aires; Puerto Cortes y Palmar del cantón de Osa	Ninguna	Pastos y cultivos permanentes. Bosques en la parte sur del transecto.
CR-9 596.416W-106.663N-Río Lagarto. 54,75 Km	Distritos: Palmar del cantón de Osa y Guaycará del cantón de Golfito	Ninguna	Bosques primarios y secundario. Pastos, cultivos permanentes de palma aceitera y otros anuales al norte del tramo.
CR-10 Río Lagarto-frontera con Panamá. 23,14 Km.	Distritos: Guaycará del cantón de Golfito y distrito de Corredor del cantón de Corredores.	Ninguna	Bosque en Fila de Cal, área agrícola al noroeste y al sur del tramo.

Medio físico (descripción e identificación de impactos)

Geología y Geomorfología

La vertiente pacífica de Costa Rica, territorio que es atravesado por la línea SIEPAC, está integrada por una serie de formaciones geológicas sedimentarias y volcánicas cuya ubicación espacial es bastante compleja y conformada por materiales de muy diverso origen, según se indica en el cuadro siguiente.

Zona	Formaciones
De la Cruz-Santa Cecilia-Guayabo de Bagaces	Se presentan rocas volcánicas de los Estratovolcanes (Pleistoceno) que corresponden a la Cordillera Volcánica de Guanacaste. (Volcán Orosí y Rincón de la Vieja
Entre Bagaces-Cerros de Turubares	Formación Liberia (Pleistoceno) y Formación Bagaces (Mioceno Superior-Plioceno). Depósitos Aluviales y coluviales. Formación Punta Carballo Complejo de Nicoya
Parte montañosa del trazado corta los cerros de Turubares	Complejo Nicoya. Es la formación más antigua que atraviesa la zona de estudio.
A partir de aquí hasta las cercanías de la frontera con Panamá	Formaciones sedimentarias del Terciario y Cuaternario
Continuando por la vertiente Pacífica	Formación Terraba
Cercanías de la frontera con Panamá	Formación Brito

El grado de meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias de las variadas litologías que se agrupan en distintas formaciones, así como la diferenciación climática, el grado de evolución y la inferencia de los procesos de transporte y depositación de materiales (minerales y orgánicos), han generado diferentes perfiles edáficos, cada uno con su propia composición y estructura, capacidad soportante y erodabilidad. Se encontraron seis grupos geomorfológicos distintos que son: 1- Formas de denudación, 2-Formas de origen volcánico, 3-Formas de sedimentación aluvial, 4- Formas de origen marino, 5- Formas de origen tectónico y erosivo.

Edafología

La descripción de las clases agrológicas de los diferentes tramos que constituyen la zona de estudio se hizo considerando las limitaciones de tipo edáfico, topográfico y climático que se presentan a lo largo de cada uno de los tramos.

Las principales limitaciones de tipo edáfico encontradas a lo largo del trayecto lo constituyen las variaciones en las pendientes, la profundidad efectiva de los suelos, exceso o déficit de humedad, mal drenaje, suelos erosionados o con alto riesgo de erosión, variaciones pronunciadas en la pedregosidad y texturas muy variadas.

Los factores restrictivos desde el punto de vista agronómico hacen que se deban llevar a cabo labores de conservación y mantenimiento de suelos acorde a cada una de las clases de suelo si son de vocación agrícola y de lo contrario someter las diferentes áreas a programas de mantenimiento y zonificación de acuerdo con su capacidad de uso agrológico.

Se identificaron los suelos que se resumen a continuación, utilizando la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica:

Tipos de suelo	Descripción
<i>Entisoles</i>	Suelos de distribución global generalmente asociados a ambientes de laderas, zonas pantanosas, playas, valles y llanuras aluviales.
<i>Andosoles</i>	Suelos derivados de cenizas volcánicas preferentemente piroclásticos. No presentan propiedades gleicas en los primeros 50 cm. Presentan un horizonte ándico o vítrico que comienza en los primeros 50 cm.
<i>Inceptisoles</i>	Suelos poco desarrollados, con una incipiente diferenciación de horizontes.
<i>Mollisoles</i>	Suelos evolucionados a partir de depósitos de los (depósitos de limos) en ambientes estables como llanuras o praderas, con buen drenaje y pocos problemas de erosión.
<i>Vertisoles</i>	Suelos arcillosos con dominancia de montmorillonitas (arcillas 2:1), cuya principal característica es el alto coeficiente de expansión en condiciones de saturación.
<i>Alfisoles,</i>	Suelos caracterizados por un epipedón ócrico y horizonte argílico.
<i>Histosoles</i>	Suelos producto de la acumulación de materia orgánica en ambientes saturados de humedad y mal drenados en condiciones de baja temperatura.
<i>Ultisoles</i>	Suelos característicos de latitudes bajas y medias, con climas húmedos y calientes. Presentan un horizonte argílico o cámbico y saturación de bases menor al 35%.

Aqua

La vertiente del Pacífico se dividió en tres regiones, Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur. En los cuadros siguientes se presentan las características principales de las cuencas consideradas para el estudio y para cada una de las zonas indicadas en Costa Rica.

Pacífico Norte				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
19. Río Tempisque	3 408	138	1 916	24,25
20. Río Bebedero	2 052	62	2 028	24,64
21. Río Abangares y otros	1 365	43	1 825	20,63
22. Río Barranca	507	55	2 200	36,15
23. Río Jesús María	361	40	1 340	34,38
24. Río Gde. de Tárcoles	2 171	94	2 906	33,30
Pacífico Central				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
25. Río Tusubres	833	39	1 756	21,79
26. Río Parrita	1 275	52	2 050	48,36
27. Río Damas	461	36	2 116	34,37
28. Río Naranjo	335	41	3 010	23,54
29. Río Savegre	596	56	3 491	54,40
30. Río Barú	565	24	1 333	52,49
Pacífico Sur				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
31. R. Grande de Térraba	5 080	160	3 820	48,06
32. Río Península de Osa	1 971	64	1 500	28,58
33. Río Esquinas y Otros	461	36	2 116	24,57

Amenazas por fallas, inundaciones y deslizamientos.

La presencia de una serie de fallas pone de manifiesto que la ubicación de las torres debe ser minuciosamente evaluada durante el proceso de diseño con un análisis geotécnico y una valoración de campo, con la finalidad de descartar cualquier posibilidad de deslizamiento.

En el cuadro siguiente se resumen las condiciones encontradas que pueden imponer algún riesgo para la línea de transmisión y las recomendaciones de acciones a tomar.

Condición	Acciones a Tomar
La línea atraviesa la traza de una falla.	Durante el proceso de diseño y construcción se debe considerar cualquier movimiento de tierra, así como rellenos, si los mismos son efectuados en un área de topografía irregular. Valoración de campo o un análisis fotogeológico si la vegetación lo permite para prevenir deslizamientos.
Existen fallas muy cerca de un punto de inflexión de la línea o exactamente en ellos.	Durante el proceso de diseño se debe realizar una valoración de campo, para garantizar que las torres no se localizarán en zonas de alto riesgo. Esto deberá también ser inspeccionado cuidadosamente durante el proceso constructivo.
Además de una falla se encuentra agua subterránea a poca profundidad.	Valoración de campo en la etapa de diseño para prevenir deslizamientos o problemas de licuefacción del suelo.
Topografía muy irregular y áreas muy inestables.	Fotointerpretación, análisis fotogeológico y estudio de campo durante el diseño, para determinar la presencia de estas áreas.
Línea se ubica frente a un área con un potencial sísmico importante.	Valoración geológica-geotécnica en sitio durante la etapa de diseño para prevenir desprendimientos de laderas debido a la fracturación de la roca, especialmente en áreas de pendientes fuertes.
La llanura de inundación de un río puede ser ampliada estacionalmente en épocas de alta precipitación.	Determinar las áreas de riesgo para ubicar las torres a una distancia tal que evite la posibilidad de inundación.
Microcuencas de alta inestabilidad durante huracanes.	Estudio de campo durante el proceso de diseño final.
Línea es cruzada por fallas pequeñas con potencial riesgo de inestabilidad de laderas.	Verificación con fotografía aérea y visitas de campo para prevenir ubicación en zonas de desprendimientos.
Presencia de calizas con potencial de fracturamiento por cercanía a fuentes sísmicas	Verificar en campo potenciales riesgos por deslizamiento y volcamiento.

Hidrogeología

Existen algunos acuíferos bien caracterizados aunque no delimitados por ser esta la realidad nacional y otros que lo están en menor grado. En general se identificaron los siguientes tipos geológicos según su origen: rocas sedimentarias, ignimbritas, depósitos aluviales y coluviales, roca volcánica, roca sedimentaria volcanoclástica y basaltos.

En el cuadro siguiente se indican las características más sobresalientes de esos acuíferos.

Tipo de Acuífero	Características
Igneas intrusivas	Predominan en la parte norte del país, principalmente entre los tramos CR-1, CR-2 y parte del tramo CR-3, descritos en el primer cuadro de este resumen. Están asociadas principalmente a la Formación Liberia. Las aguas subterráneas se encuentran en promedio por debajo de los 10 m de profundidad por lo que se le considera un acuífero de baja vulnerabilidad a la contaminación.
Depósitos aluviales y coluviales	Predominan en los tramos CR-4, CR-6 y CR-7. Tienen alta conductividad hidráulica (permeabilidad), el agua se encuentra a menos de 10 m de profundidad y el potencial de producción de aguas subterráneas es alto, considerándoseles de alta vulnerabilidad a la contaminación.
Rocas volcánicas	Aparecen en algunos sectores del tramo CR-3 y del CR-4 y están asociadas al Complejo del Aguacate. El potencial de producción hídrica es generalmente bajo, los niveles de agua se encuentran a más de 20 m de profundidad y se consideran de baja vulnerabilidad a la contaminación.
Rocas sedimentarias	Se presentan al final del tramo CR-5 y luego predominan en los tramos CR-6, CR-7, CR-8, CR-9 y CR-10. Sus niveles freáticos se encuentran generalmente a menos de 10 m de profundidad y se les considera de mediana vulnerabilidad a la contaminación.
Rocas sedimentarias volcanoclásticas	Mantienen niveles freáticos a profundidades mayores a los 10 m, considerándose de baja vulnerabilidad a la contaminación
Basaltos	Predominan en los primeros sectores del tramo CR-5. Las profundidades de los niveles de agua subterránea se encuentran a más de 20 m; de modo que se le asigna una vulnerabilidad baja a la contaminación.

Pozos y nacientes cercanos al proyecto

A lo largo del trazado se encuentran una serie de pozos, nacientes y captaciones, a diversas distancias de los sitios esperados de ubicación de las torres, de acuerdo con el trazado de la línea. El uso de los anteriores varía desde industrial y domiciliario, hasta agroindustrial y para abrevaderos.

Se prevé que algunos de los anteriores podrían ser sujetos de impacto por la construcción de la línea, razón por la cual se analizaron en forma pormenorizada. Se encontró que de 35 casos, 13 podrían recibir impactos. Para prevenirlos se sugiere que las torres sean construidas lejos de los pozos y minimizando el movimiento de tierras en zonas cercanas a algunos pozos y nacientes. En todos los casos es posible una solución de diseño al posible impacto previsto.

La construcción de la línea de transmisión y los caminos de acceso pueden variar la cobertura vegetal y el potencial de infiltración del suelo, sobre todo en aquellas zonas donde hay actualmente bosque primario y secundario.

En la zona norte del país, donde hay mayor utilización de pozos, sólo hay un subtramo con vulnerabilidad alta. Los subtramos con esta característica se presentan sobre todo en las partes central y sur del proyecto, que es donde hay menos utilización de aguas subterráneas.

Se estima que habrá impacto ambiental negativo sobre el componente de infiltración hacia los acuíferos solo cuando se presente remoción de bosque primario o secundario. Se definieron tres niveles de vulnerabilidad: baja, media y alta

De los 175 subtramos del proyecto, sólo 108 tienen zonas de bosque primario o secundario. De esos 108 subtramos, 58 presentan una vulnerabilidad baja, 51 una vulnerabilidad media y solo 12 una vulnerabilidad alta. Para cada uno de estos casos se incluyen las recomendaciones correspondientes para prevenir impactos potenciales.

Vegetación.

La ruta de la línea SIEPAC discurre por una serie de zonas de vida y de asociaciones bióticas muy variadas. En general, los hábitats por los que pasa el trazado consisten de charrales, pastizales, bosques intervenidos, bosques secundarios, zonas de cultivo o áreas reforestadas. En ningún caso la línea pasa por bosques primarios u otros ecosistemas naturales muy sensibles al impacto como humedales.

En el siguiente cuadro se resumen las características más sobresalientes de la vegetación en cada uno de los tramos que atraviesa la línea.

Tramo	Características de la Vegetación
CR-1	Zonas de vida: bosque húmedo tropical, bosque húmedo premontano transición a basal y bosque seco. En el bosque seco predominan especies caducifolias. Pastizales abandonados transformados en matorrales de composición sencilla, pastizales en uso y pequeños parches de bosques de galería tropical.
CR-2	Zonas de vida: bosque seco tropical transición a húmedo y bosque húmedo premontano transición a basal. Bosque seco con predominancia de especies caducifolias. Pequeños relictos de bosques de galería, matorrales y pastos. Los matorrales son el ecosistema más abundante a lo largo del recorrido producto de los procesos de regeneración natural que se han desarrollado sobre los pastizales abandonados.
CR-3	Zonas de vida: bosque húmedo premontano transición a basal y bosque seco tropical transición a húmedo. Domina el bosque seco con especies caducifolias. La transición a bosque húmedo da lugar a un mayor número de especies perennifolias. Bosques riparios con un dosel de hasta 30 metros parcialmente alterados por acciones antrópicas. Áreas cultivadas de arroz y hortalizas, pastos, matorrales y bosques de galería, de composición simple y bastante alterados como consecuencia de la influencia humana.
CR-4	Zonas de vida: bosque húmedo premontano transición a basal y bosque húmedo tropical. Especies caducifolias y perennifolias en diferentes proporciones a lo largo del tramo. Pastizales arbolados, arbustivos y matorrales tendiendo a bosques en etapas muy tempranas de regeneración. Todos muy alterados y ninguna especie o ecosistema de gran valor o de alta susceptibilidad a los cambios.

CR-5	Zonas de vida: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical transición a premontano y bosque muy húmedo premontano transición a basal. Especies perennifolias. Matorrales en estados jóvenes de sucesión ecológica, hasta bosques maduros, pasando por las etapas intermedias de bosques secundarios en tempranos estados de sucesión. Ninguna especie rara en peligro de extinción, o con alguna categoría de protección.
CR-6	Dos zonas de vida: bosque muy húmedo premontano transición a basal; y bosque muy húmedo tropical. Especies perennifolias. Pastizales hasta bosques maduros pasando matorrales y bosques secundarios. Plantaciones forestales de teca y melina.
CR-7	Tres zonas de vida: bosque muy húmedo tropical, bosque pluvial premontano y bosque muy húmedo tropical transición a premontano. Especies perennifolias. Matorrales, plantaciones forestales, bosques maduros, manglar, plantaciones de palma aceitera y bosques secundarios.
CR-8	Tres zonas de vida: bosque muy húmedo tropical transición a premontano, bosque pluvial premontano y bosque muy húmedo tropical dominado por especies perennifolias. Matorrales circundados por potreros, pastizales y cafetales. No se hallaron plantas que ameriten medidas de protección especial del ecosistema.
CR-9	Dos zonas de vida: bosque muy húmedo premontano transición a basal, bosque muy húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical transición a premontano. Especies perennifolias. Matorrales, bosques secundarios, pastizales, plantaciones forestales de melina y teca y una plantación de pejíbaye, todos bastante alterados.
CR-10	Dos zonas de vida: bosque muy húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical transición a premontano. Especies perennifolias. Bosque secundario de estructura y composición sencilla, matorrales y pastizales. Bosques maduros en las partes más altas del tramo.

Fauna.

El trazo del tendido eléctrico del proyecto SIEPAC no agravará mayormente la situación que ya existe en la mayor parte del recorrido, ya que pasa por áreas bastante alteradas. En otras palabras, la fragmentación y la alteración del hábitat es la constante que describe el marco biogeográfico general de todo el trayecto en cuestión.

Debe tenerse en cuenta que el hábitat más importante para la fauna original de la región del tendido es el BPr (bosque primario), el cual es el menos abundante en todo el trazo. Asimismo, en las partes por donde está planeado el paso del tendido eléctrico la fauna que domina es aquella asociada a áreas alteradas. Incluso, alguna de la fauna encontrada en esos puntos depende para su supervivencia de los parches de BPr aledaños, principalmente los grandes como el identificado en Parque Nacional Carara.

La fauna con mayores probabilidades de existir en los tramos CR-1 a CR-4 (desde la frontera con Nicaragua hasta el río Tárcoles), es aquella dominada por las formas asociadas al bosque tropical seco y al bosque húmedo premontano transición a basal, típica de áreas alteradas.

Del tramo CR-5 al CR-10 la fauna presente es similar en cuanto a la dominancia de especies de áreas abiertas. Como resultado, mucha de la fauna reportada para los Parques Nacionales Carara y Nacional Manuel Antonio, situados al oeste del tramo CR-6, puede ser encontrada en las áreas del trazado de la línea, al menos de forma transitoria.

Muchas especies de aves son residentes en la zona de la ruta de paso de la línea. De estas, varias anidan en los árboles y varias en el suelo así como en vegetación baja. Al ser este un número elevado de especies, existen especies en reproducción en cualquier

época de año. La remoción de vegetación y otros trabajos de construcción sin duda afectaran a las aves (individuos particulares). Sin embargo, la gran mayoría de las aves en el trayecto de la línea SIEPAC son de hábitats antropogenizados y generalmente comunes, abundantes y de amplia distribución, por lo que la pérdida de los nidos no tendrá un efecto mayor en sus poblaciones. El grado de alteración del hábitat en esta región que existe en la actualidad, hace prever que las aves que el proyecto podría afectar ya lo han sido por las actividades previas de orden antrópico ya existente.

Los mamíferos son vivíparos y la mayoría son tímidos y de hábitos huidizos, especialmente en época reproductiva. Para la mayoría de estas especies la pérdida de una camada no es grave ya que estos tienen potenciales reproductivos muy altos por lo que fácilmente se recuperan. Para mamíferos de tamaño medio tipo zorros, armadillos o conejos, si se localizan sus madrigueras durante la construcción, sus camadas pueden ser protegidas o reubicadas. Otros grupos como los felinos se ocultan más para reproducirse por lo que es muy difícil encontrar camadas en el área del trazado que pasa en su mayor extensión por áreas fragmentadas. En caso de encontrarse alguna camada, esta puede ser protegida o reubicada. Los mamíferos grandes como venados y dantas no tienen un sitio particular de reproducción ya que a las pocas horas o días de nacida, la cría se desplaza con la madre.

La distribución de muchas especies en peligro de extinción incluyen las áreas del proyecto. Sin embargo, no se puede focalizar en ninguna especie o área en particular en el trazado. Así por ejemplo, aves en peligro de extinción como gongolonas, pavas y pajuilas, son comunes en áreas como Guanacaste y pueden utilizar o encontrarse en el área del proyecto. Aves voladoras fuertes como gavilanes y loras son encontradas en todo el trazo de la línea SIEPAC. En la región de Carara es común los movimientos diarios de las lapas rojas pero estos desplazamientos son amplios y sin un patrón particular conocido.

Las especies que son menos probables de encontrar en el trazo del proyecto son aquellas de bosque propiamente dicho, como bucos, trogones, trepadores, cotingas y tangaras (de las que están declaradas en peligro de extinción o amenazadas). Aunque hay algunos roedores pequeños, la mayoría de mamíferos en peligro de extinción o amenazados son de tamaño mediano o grande como perezosos, monos y felinos, fácilmente localizables si se encuentran en el área del proyecto por lo que se pueden tomar las medidas de protección pertinentes.

No existe ninguna especie de una distribución particular que sea directamente afectada por el proyecto. Lo mismo se puede afirmar de la herpetofauna amenazada o en peligro de extinción ya que no hay ninguna especie en puntos particulares que puedan ser señalados como críticos.

En cuanto a anfibios, es poco lo que se sabe de su estado poblacional y otros aspectos ecológicos básicos, por lo tanto, es difícil prever impactos de la obra en cuestión sobre las mismas. De igual manera, es difícil prever acciones de compensación para estas especies.

Debido al estado actual del hábitat de la mayor parte del trazado del proyecto y a la historia natural de las especies, no existe ninguna ruta particular conocida de migración de anfibios, reptiles o mamíferos terrestres que vaya a ser interrumpida. No obstante, existen algunas zonas de movimientos estacionales o diarios de algunas especies de vertebrados voladores en el trazado del proyecto, tales como aves. De igual manera, es posible que existan algunas zonas de migración de movimientos estacionales o diarios adicionales. En cuanto a migración de aves no existe información concreta sobre rutas específicas de migración en la zona del proyecto. Tampoco se ha establecido que haya impacto alguno de las líneas actuales por efecto de colisión de aves.

Con respecto a los corredores biológicos, el proyecto SIEPAC puede ayudar a fomentarlos. Para se indica y se recomienda como necesario que el trazo siga rutas paralelas y contiguas a caminos o tendidos eléctricos ya existentes para no desfavorecer la conectividad.

Medio socioeconómico.

La mayor parte del trazado de la línea de transmisión se ubica en las provincias costeras del Pacífico de Costa Rica; Guanacaste y Puntarenas. Estas son las que tienen un nivel de crecimiento de la población más reducido, bastante inferior al correspondiente al país.

En lo que se refiere a las otras dos provincias cuyo territorio es tocado por el trazado propuesto, San José y Alajuela, en la primera de ellas el nivel de crecimiento es un poco inferior al correspondiente al país, y en la segunda se presenta un aumento mayor. Sin embargo, es necesario considerar que en ambas provincias las partes involucradas se sitúan fuera del Valle Central, que es el área de mayor crecimiento poblacional.

Esto es más claro si se analiza la información correspondiente a las regiones de planificación en que se ha dividido al país. Las dos regiones de más crecimiento, la Huetar Atlántica y la Huetar Norte, no son tocadas en lo absoluto por el trazado de la línea de transmisión, en tanto que las dos regiones en las que se ubica la mayor parte del mismo, son precisamente las de más bajo crecimiento de población (Chorotega, Pacífico Central y Brunca). En lo que se refiere a la Región Central, la misma ha sido dividida en Área Metropolitana y el Resto de la Región Central, teniéndose que la primera de ellas tiene un nivel de crecimiento muy similar al correspondiente al país, aunque un poco inferior, y la segunda sí presenta un crecimiento superior.

Sin embargo, nuevamente es necesario tomar en cuenta que los cantones tocados por el trazado en el Resto de la Región Central se ubican todos fuera del Valle Central, al sur y oeste de la provincia de San José (Puriscal y Turrubares), que presentan un crecimiento reducido.

Así, si se considera el panorama a un nivel de región y provincia, se puede afirmar que el trazado de la línea de transmisión se localiza en las áreas de menor crecimiento poblacional, de forma que las áreas que presentan un dinamismo mayor no son tocadas por el trazado propuesto. Esto hace prever que los conflictos futuros derivados de un acelerado crecimiento de población y de ocupación del territorio por actividades incompatibles con la existencia de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, como

sería el uso habitacional y de localización de establecimientos con la permanencia de personas por periodos prolongados (comercios, hoteles o cabinas), es relativamente focalizado en áreas relativamente reducidas en cuanto a crecimiento poblacional se refiere.

Relativo a los servicios, se identificó como uno de los beneficios más palpable el mejoramiento de los caminos de acceso para la construcción y posterior mantenimiento de las torres, lo cuales en su mayoría son caminos rurales en mal estado, los cuales deberán de ser mejorados y mantenidos durante la vida del proyecto.

Posibles efectos del electromagnetismo en la salud

Existe un amplio consenso en la comunidad científica de que no se ha establecido una asociación causal entre la exposición doméstica a campos de frecuencia industrial y los posibles riesgos a la salud humana. Justo es reconocer que también hay consenso respecto a que no ha sido y no puede ser probado que la exposición a estos campos sea absolutamente segura, circunstancia en la que juega un papel fundamental el hecho de que –en general– no se puede demostrar fehacientemente un hecho negativo (esto es, aunque quizás se pruebe en el futuro que los campos magnéticos perjudican la salud, lo que probablemente no se logrará demostrar nunca es que no la afectan).

Para lo que aquí interesa, está suficientemente claro que los estudios que parecen evidenciar ese riesgo parten de intensidades en los campos magnéticos que superan, en mucho, a aquellos que se espera encontrar en la vecindad de las líneas eléctricas del tipo que se construirán en este proyecto. Por esta razón no se prevé que la línea eléctrica del Proyecto SIEPAC cause impacto alguno a la salud humana, en especial al tomar en cuenta que en su trazado se tomó en cuenta el principio precautorio, al evitar que pase cerca de centro poblados, así como un ancho de servidumbre en cuyo límite el CEM es de carácter despreciable y acorde con la legislación.

Valoración de impactos

Los resultados de la valoración de impactos se agruparon por factor ambiental, analizado para cada subtramo, en su mayoría los valores son bajos y algunos medios, con lo cual el proyecto es ambientalmente viable, siempre que se implementen las recomendaciones expuestas en el Plan de Gestión para minimizar la magnitud de los impactos potenciales identificados en las actividades de construcción y operación.

En resumen los resultados fueron los siguientes.

Fase de Construcción.

Factor Ambiental	Valor del Impacto Promedio
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Paisaje	Bajo
Socioeconómico	Bajo

Fase de Operación

Factor Ambiental	Valor del Impacto Promedio
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Socioeconómico	Bajo

Plan de Gestión

Las Medidas Ambientales se resumen en los cuadros que se muestran en la sección D de este Tomo I, presentando las recomendaciones para las fases de diseño, construcción y operación del proyecto. La mayoría de las medidas de prevención, se ejecutan durante el diseño y construcción del proyecto, quedando las de mitigación principalmente para la etapa de operación.

Las principales medidas que se adoptan para reducir los impactos potenciales pertenecen al grupo de las preventivas y se incorporan durante el diseño final del proyecto, éstas se incluirán en los Manuales de Especificaciones Técnicas, que obligarán contractualmente a los diseñadores y constructores de las obras a su cumplimiento.

Pues toda acción que se prevea en la fase de diseño minimizará la ocurrencia de los impactos potenciales identificados en el presente EslA. Las acciones descritas están ligadas al trazado y construcción de los caminos de acceso, la ubicación de las torres en sitios aptos y a evitar la corta innecesaria de vegetación arbórea, así como realizar la coordinación requerida con los gobiernos locales y actores locales, para una ejecución armonizada del mismo, entre otras.

Del análisis ambiental realizado con base en la información facilitada por el desarrollador para esta etapa del proyecto, se concluye, que si bien presenta la incidencia de impactos ambientales; todos ellos son de baja a moderada intensidad. Ninguno de los impactos potenciales identificados ameritan que la obra no se realice; más aún con la aplicación de las medidas recomendadas en el Plan de Gestión Ambiental, su incidencia puede minimizarse aún más.

A.2. Introducción

A.2.1. Presentación de EPR.

El proyecto para el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC) consiste en la creación de un eje troncal eléctrico, constituido por una línea de transporte a 230 kVm, que conectará: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El objetivo de la interconexión es mejorar la disponibilidad eléctrica en estos países por medio del apoyo que se proporcionarían unos a otros.

Los objetivos generales que motivaron la creación del proyecto SIEPAC son:

1. Establecer un Mercado Eléctrico Regional (MER) en Centroamérica.
2. Crear y poner en funcionamiento la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), como entidad reguladora.
3. Crear y poner en funcionamiento el Ente Operador Regional (EOR), como operador del sistema eléctrico y administrador del mercado de transacciones regionales.
4. Construir una línea de la transmisión regional en 230 kVm de aproximadamente 1 829 km. de longitud que atravesará el territorio de los seis países (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y que se interconectará con los sistemas eléctricos locales.

Conforme con lo anterior, el 16 de octubre de 1 998, se constituyó en Panamá la Empresa Propietaria de la Red, EPR, establecida como una empresa privada y conformada por las siguientes empresas: el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) de Honduras, el Instituto Nicaragüense de Energía (INE) de Nicaragua, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) de Costa Rica, el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) de Panamá y el Grupo ENDESA de España. Los accionistas son las mismas empresas eléctricas o de transmisión de la región (una por país) y ENDESA.

Para la ejecución del proyecto se estableció un **Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central**, mismo que en Costa Rica fue aprobado mediante la Ley No. 7848 publicada en el Diario Oficial La Gaceta del 3 de diciembre de 1 998.

El Artículo 3° de la Ley de Aprobación del Tratado Marco autorizó la participación del Instituto Costarricense de Electricidad como accionista de la Empresa Propietaria de la Red.

Adicionalmente, el Artículo 15 de ese Tratado establece que: *“...Cada gobierno designará a un ente público de su país para participar en una empresa de capital público o con participación privada, con el fin de desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener un primer sistema de interconexión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países...”* También indica el artículo que *“...Ninguno de los socios tendrá el control*

directo o indirecto de la misma. Esta empresa, denominada Empresa Propietaria de la Red (EPR), estará regida por el Derecho Privado, y domiciliada legalmente en un país de América Central”.

El Artículo 16 de mismo tratado estableció que:...”*De acuerdo con los procedimientos legales de cada país, cada Gobierno otorga el respectivo permiso, autorización o concesión, según corresponda, a la EPR para la construcción y explotación del primer sistema de interconexión regional.”*

Otros aspectos de interés relativos a la creación de la EPR son los siguientes:

1. Tiene una concesión (Tratado-CRIE) para construir operar y mantener el sistema regional de transmisión eléctrica otorgándole un marco legal regional estable
2. El ICE suscribió créditos con el BID a ser transferidos a la EPR para la ejecución de la infraestructura de transmisión regional.
3. El 24 de mayo del 2 002 se publicó la Ley 8268 que aprueba los contratos de préstamo y garantía solidaria del Estado a los créditos suscritos por el ICE con el BID para su participación en el proyecto.
4. El Artículo 3 de la ley de aprobación de los créditos suscritos por el ICE con el BID, autorizó al ICE a transferirle los fondos a la EPR en idénticas condiciones financieras.

En 1 997 EPR presentó ante el Banco Interamericano de Desarrollo, un Estudio de Impacto Ambiental Regional y por país, donde se describen las características del proyecto y su proceso constructivo: Además, en ese estudio se analizan los posibles impactos ambientales y medidas tanto mitigatorias como de recuperación ambiental (en aquellos casos donde corresponda), relacionadas con el proyecto y de acuerdo con la realidad medioambiental de la ruta preliminar establecida para el proyecto.

Como paso previo al diseño final, construcción y ejecución del proyecto, EPR procedió, mediante una licitación privada, a la adjudicación de la Actualización de los Estudios de Impacto Ambiental en los países de Centroamérica y Panamá. En el caso de Costa Rica la licitación fue ganada por el Consorcio ECOTEC/ProAmbiente/RPI Inc, las dos primeras costarricenses y la última estadounidense.

Seguidamente se presentan las certificaciones legales sobre la existencia de la EPR.

A.2.2. Objetivo del EsIA.

El objeto de la contratación del Consorcio ECOTEC, según se indica en el contrato firmado con EPR, consiste en la: *“Actualización del Estudio de Impacto Ambiental de la Línea EPR, en su tramo Costa Rica y la tramitación de la correspondiente Licencia Ambiental del Proyecto”*.

Los alcances, según se indica en el contrato antes citado son:

1. Realización de los trámites administrativos de evaluación ambiental
2. Definición del trazado y justificación ambiental, que según indican las justificaciones técnicas del contrato, será en *“...una escala nunca superior a*
3. *1:50 000”*
4. Elaboración de productos técnicos de interés, particulares para la EPR y BID.
5. Evaluación de la validez de la información del Estudio de Impacto Ambiental de 1 997
6. Actualización del Estudio de Impacto Ambiental de 1 997
7. Ampliación del Estudio de Impacto Ambiental

Complementario a lo anterior es importante destacar que, también como parte de ese contrato, se estableció que todos los mapas del proyecto correspondientes a temáticas específicas, como edafología, fauna o riesgos naturales entre otras, serían en escalas de 1:50 000 a 1:200 000.

Según se indica en el EsIA 97: *“...Los EsIA constituyen una técnica generalizada en todos los países industrializados, reconociéndose como el instrumento más adecuado para la preservación de los recursos naturales y, de forma genérica, la defensa del medio ambiente. Por ello los gobiernos de estos países han incluido en su legislación, al igual que gran número de organizaciones internacionales, la obligatoriedad de realizar el EsIA de muy diversas actividades para su autorización.*

La exigencia de estos estudios se fundamenta en la convicción, de que la prevención es el método óptimo para controlar los eventuales efectos negativos que el desarrollo de los proyectos y actividades humanas pueden provocar sobre el medio, siendo preferible su elaboración y análisis previo, en cuanto a disminuir la incidencia negativa de un proyecto sobre el medio, que la realización posterior de actuaciones de corrección de las alteraciones provocadas, dado que las medidas correctoras desarrolladas posteriormente son generalmente más costosas, tanto al ser evaluadas económicamente, como al serlo ambientalmente”.

En el caso específico de Costa Rica, la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), es el órgano del Ministerio del Ambiente y Energía encargado, tanto de establecer los términos de referencia que deben ser seguidos en cada estudio de impacto ambiental, de acuerdo con el nivel esperado de impacto producto de la naturaleza del proyecto, así como de revisar el estudio de impacto ambiental resultante (EsIA), de otorgar la correspondiente viabilidad ambiental y de dar el seguimiento necesario para asegurarse que el Plan de Gestión Ambiental del proyecto se cumpla adecuadamente.

A.2.3. Metodología de Evaluación de Impactos

Como lo establecen los términos de referencia, el presente EsIA es una actualización del Estudio de Impacto Ambiental realizado en 1997. El área de estudio incluye la línea y una banda de amortiguamiento de 2 km a ambos lados del trazado.

Como insumos para llevar a cabo este estudio se utilizaron: a- el EsIA anterior y b- la versión final del trazado suministrado por la EPR. Este último fue entregado en una escala 1:50.000, con identificación de los puntos de inflexión del trazado de la línea, sin indicación de la ubicación de las torres o de los caminos nuevos requeridos para construirlas, como tampoco la topografía de detalle del trazado o de la servidumbre potencial.

La metodología empleada consta de cuatro fases:

1. Revisión de los contenidos del EsIA anterior
2. Retrazado de la ruta
3. Identificación de Impactos relevantes y trabajo de campo
4. Valoración de Impactos

A.2.3.1. Fase 1: Revisión de los contenidos del EsIA anterior

El contenido del EsIA del 97 suministrado por la EPR fue analizado por cada uno de los consultores participantes, con la finalidad de identificar la validez de la información y de ser necesario proceder con la actualización de aquellos componentes que así lo requirieran. La revisión anterior permitió definir los alcances con que cada uno de los especialistas debería abordar la actualización del EsIA, en atención a los términos de referencia del contrato y los FETER de proyecto.

A.2.3.2. Fase 2: Retrazado de la ruta

Uno de los requisitos contractuales consistió en el análisis del trazado de la ruta, con el fin de optimizarla ambientalmente. Lo anterior se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

1. Revisión de la ruta impresa vrs la digital, ambas suministradas por EPR.
2. Análisis y verificación de los tramos homogéneos definidos en el EsIA 97.
3. Identificación del nivel de detalle del trabajo y definición de subtramos.
4. Identificación y calificación de las capas de información a ser analizadas.
5. Optimización de trazado de la ruta con base en las capas con limitación severa.
6. Ajustes para cada subtramo original.
7. Definición de los subtramos finales para análisis.

Paso1: Revisión de la ruta impresa vrs la ruta en versión digital

La ruta fue suministrada en dos versiones, papel y digital, de allí que el primer paso consistió en revisar la consistencia entre ambas, con el fin de verificar que no existieran diferencias y de ser así, aclararlas. Las inconsistencias encontradas fueron aclaradas por

la EPR y se ajustó la versión digital, constituyéndose ésta en la base de trabajo para todas las etapas posteriores.

Paso 2: Definición de los tramos homogéneos

Después de revisar y analizar el trazado de la ruta y la información disponible en el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar del año 1997, se ratificó la validez de los tramos homogéneos allí definidos, por ende utilizándose los mismos para la presente actualización.

Paso 3: Identificación del nivel de detalle del trabajo.

Se solicitó a la EPR mayor detalle el trazo de la ruta en dos aspectos. Se nos informó que dicha información no estaba disponible, pues los trabajos para recabarla darían inicio después de la viabilidad ambiental de la ruta, o sea después del EsIA.

Dado que no se contó con información sobre: a- ubicación de torres y b- topografía de la banda de servidumbre a detalle, se usó la base topográfica 1:50 000 de las hojas cartográficas del IGN, (mapa 1). Con el fin de lograr un enfoque más fino en la evaluación de impacto ambiental, los tramos homogéneos se dividieron en subtramos, con el mismo ancho de 2 km a ambos lados del trazado de la línea. La longitud de cada uno corresponde a la distancia entre los puntos de inflexión de la ruta en una escala 1:50 000. Los subtramos se constituyeron entonces en la menor unidad de información posible para la actualización del EsIA, sumando 175.

Paso 4: Identificación de las capas de información a ser analizadas

Las variables identificadas para la valoración de los impactos ambientales del proyecto, fueron a su vez incorporadas como capas de información en el Sistema de Información Geográfico (SIG), para mayor facilidad en el análisis. Estas últimas se clasificaron en tres grupos según su afinidad: a- sociales y culturales, b- geofísicas y geodinámicas y c- bióticas (cuadro A.2.1).

Cuadro A.2.1. Capas de Información Utilizadas.

Sociales y Culturales	Geofísicas y Geodinámicas	Bióticas
Reservas Indígenas	Topografía	Cobertura boscosa
Poblados	Fallas geológicas	Zonas de vida
Áreas Silvestres Protegidas Privadas	Tipos de Suelo	Humedales
Sitios Histórico Culturales	Zonas de deslizamiento	Cobertura de bosque (Uso Actual)
Parques Nacionales	Sismicidad histórica	
	Geología	
	Geomorfología	
	Ríos y quebradas	
	Precipitación y meses de lluvia	
	Intensidad de lluvia	

Paso 5: Optimización del trazado de la ruta con base en las capas con limitación severa (retrazado)

La optimización del trazado, llevado a cabo por medio de un Sistema de Información Geográfica, consistió en retrazar la ruta evitando al máximo impactos ambientales previsible con el nivel de detalle de 1:50.000. Para este retrazado las capas de información disponibles (cuadro A.2.1) se dividieron en dos: a- excluyentes o que imponen una limitación severa al paso de la línea (ILS) y b- sin limitación severa (SLS).

Las variables que imponen una limitación severa fueron:

- Centros urbanos. Se alejó la línea de centros poblados como criterio precautorio para evitar posible oposiciones por temor a efectos de electromagnetismo
- Reservas privadas y sitios histórico culturales. Se alejó el trazado de la línea con el fin de evitar oposición de terceros
- Parques nacionales. En este caso se alejó por impedimento legal generado por prohibiciones expresas de alguna Ley

Las capas de información ILS fueron las de orden social y cultural: Reservas Indígenas, Poblados, Áreas Silvestres Protegidas Privadas, Sitios Histórico Culturales y Parques Nacionales. La optimización o retrazado de la ruta evitó pasar la línea EPR por estas capas.

Las capas SLS son aquellas donde el impacto previsible de la línea puede ser manejado mediante la aplicación de criterios ingenieriles y ambientales, siendo éstas las de orden geofísico, geodinámico y biótico (cuadro A.2.1).

De las cinco capas de información ILS, los poblados y los sitios histórico culturales estaban referidos en los mapas como un punto y las otras, parques nacionales, reservas indígenas y reservas privadas, como polígonos. A las primeras se les definió una zona de amortiguamiento o “buffer”, lo que generó un área de estudio o polígono, permitiendo analizar las cinco capas socioculturales en forma conjunta. Esta última es en realidad una zona de seguridad para prevenir impactos del proyecto u oposiciones al mismo sobre la variable de análisis, donde se evita el paso de la línea. Para los poblados el radio de la zona de amortiguamiento se definió en función de la densidad poblacional: a- poblados 500 m, b- cabeceras de distrito 1 000 m, c- cabeceras de cantón 2 000 m, d- cabeceras de provincia 5 000 m. En los sitios histórico-culturales el radio se estableció en 250 m.

Paso 6: Ajustes para cada subtramo original.

Las capas ILS se sumaron en una nueva capa y posteriormente se trazó de nuevo la ruta mediante el SIG, definiendo, cuando fue necesario, nuevos puntos de inflexión de la ruta.

Esta nueva corrida, en todos los subtramos, fue analizada por los especialistas para verificar posibles errores, inconsistencias o casos especiales. Así, por ejemplo, si la ruta pasaba por el extremo más alejado de la zona de amortiguamiento definida para un poblado, esto es, intersecando el polígono tangencialmente, no se realizó modificación al

trazo, pues el concepto de amortiguamiento se mantenía. En otros casos, la línea pasó por zonas de amortiguamiento de poblados, pero en zonas altamente montañosas o donde un plan regulador existente indicaba que el sector no era apto para crecimiento urbano. En esos casos también se empleó el criterio de experto y se permitió el paso por la zona específica.

En los casos donde el trazado intersecaba no tangencialmente alguna de las zonas ILS, se procedió a identificar un nuevo punto de inflexión que evitara pasar por dichas zonas. Para cumplir con lo anterior se utilizaron como complemento las capas geofísicas, geodinámicas y bióticas, de manera que los nuevos puntos de inflexión tuvieran viabilidad ambiental e ingenieril.

Una vez completado el punto anterior se obtuvo el retrazado ambientalmente óptimo, (mapa 2).

Paso7: Subtramos finales para análisis

El siguiente paso consistió en reenumerar los subtramos para cada tramo homogéneo, pues con el retrazado se variaron algunos puntos de inflexión y por consiguiente el área de algunos tramos y subtramos (mapa 2).

A.2.3.3. Fase 3: Identificación de impactos relevantes y trabajo de campo

La identificación de impactos potenciales realizada en el EsIA del 97 se consideró suficientemente exhaustiva y por lo tanto válida para esta actualización, pues consideraba todas y cada una de las actividades de la etapa de construcción y operación para los factores ambientales potencialmente susceptibles. Sin embargo, dado que existe mucha similitud entre los impactos ocasionados por las diferentes actividades de construcción, se utilizó el criterio de los profesionales participantes para agruparlos en cuatro categorías que incluyen las variables geofísicas, geodinámicas y físico-bióticas:

1. Aumento en el aporte de sedimentos producto de la combinación entre el aumento en la erosión hídrica o eólica en los cauces cercanos, por los movimientos de tierra por calles de acceso, sitios de apoyo y apertura de calles finales
2. Pérdida de elementos de biodiversidad conspicuos, producto del fraccionamiento de hábitat que se produce con la pérdida de bosque por las actividades de construcción de caminos de acceso, adecuación de las bases, izado de torres y apertura de calles.
3. Amenazas naturales que se pueden presentar para las obras, por las condiciones de estabilidad geológica de los terrenos donde se asienten las torres de la línea aplicable a las fases de construcción y operación.
4. Impactos sobre el paisaje por la presencia de la línea durante la fase de operación.

Los impactos potenciales sobre la salud pública o efectos socioeconómicos relevantes fueron desestimados pues ya el retrasado de la ruta realizado en la Fase 2 los evita.

Ante la cantidad de variables identificadas en el Paso 4 anterior, y haciendo uso de las herramientas del Sistema de Información Geográfica, se llevó a cabo un procedimiento de álgebra de mapas, que permitiera agrupar e interrelacionar las variables que mayor incidencia presentan para cada uno de los impactos asociados 1, 2 y 3 anteriores, según se muestra en el cuadro siguiente. Así se otorgaron pesos relativos a cada una de las diferentes variables agrupadas en el cuadro A.2.2, desarrollando una fórmula para cada una de ellas, con el fin de cuantificar las diferentes intensidades o sensibilidades que cada uno de los 175 sub-tramos presentan ante la probabilidad de que se generen impactos, o sea, los sitios donde hay mayor probabilidad de que el grupo de variables seleccionadas faciliten la ocurrencia del impacto potencial seleccionado.

La aplicación de la fórmula permitió establecer rangos para visualizar los niveles de incidencia o propensión de un determinado subtramo, ante el impacto potencial identificado, estos resultados se muestran en mapas de propensión, según se describe.

La metodología anterior, no se aplicó para el análisis del impacto potencial en paisaje pues este último se analizará con base en el trabajo de campo.

Cuadro A.2.2. Parámetros Ambientales.

a- Propensión al Aumento de Sedimentos en los Cauces	b-Propensión a Pérdida de Bosque	c-Propensión de las Obras Ante Eventos Geofísicos
Rangos de pendientes	Cobertura Boscosa	Fallas geológicas
Tipos de Suelo (arcillosos)		Zonas de deslizamiento
Precipitación		Sismicidad histórica
Intensidad		Suelos arcillosos
Cobertura boscosa		

La identificación de los sitios con mayor propensión orientó el trabajo de campo de los diferentes especialistas.

a) Propensión al aumento de sedimentos en los cauces

Para su elaboración, primero se seleccionaron aquellas condiciones naturales o parámetros que presentan mayor probabilidad de generación de sedimentos por erosión hídrica: alta pendiente, alta precipitación, intensidad en la precipitación, tipos de suelos arcillosos y ausencia de bosque.

Una vez seleccionados estos parámetros se reclasificaron los mapas, asignándose como riesgosas las pendientes de más de 30%, las zonas con charrales, pastos, tacotales y suelo desnudo; los suelos con más de 35% de arcilla (incluye algunos Inceptisoles, los Ultisoles, los Vertisoles y algunos Mollisoles) y zonas con precipitación mayor a 2 500 mm/año como promedio.

Luego de esto se asignaron los pesos relativos a cada variable, para ello se llevaron a cabo sesiones de trabajo con el grupo consultor y se decidió que todas deberían tener el mismo peso relativo en la fórmula.

Una vez asignados esos pesos se sumaron con la calculadora cartográfica y se obtuvo un mapa, en el cual se reclasificó la propensión en leve, moderada, alta, severa y muy severa. Para calcular el área afectada por cada tipo de propensión se le asignó un valor de 900 m², producto de una cuadrícula es de 30 m x 30 m, seguidamente se extrajeron las estadísticas por zonas y se obtiene el grado de propensión a que se presente un aumento de sedimentos en los cauces. El resultado se puede ver en el mapa 3.

Es importante anotar, que la intensidad de la lluvia proviene de un mapa fuente muy general que se incluyó para ser consecuentes con el nivel de detalle de este análisis de impactos, evitando introducir una limitación importante en la metodología utilizada. Esto lo debe tener claro el lector, ya que los resultados obtenidos, no representan fielmente las zonas de mayor erosión hídrica, sino las de mayor propensión a que se genere contaminación por sedimentos en los cauces producto de las acciones del proyecto.

b) Mapa de propensión a pérdida bosque.

Las capas de los subtramos del trazado y la de bosque, se convirtieron en formato cuadrícula o matriz, para proceder con el análisis matricial.

Primero se elaboró el mapa de bosque¹, que se obtiene del mapa de actual del suelo, asignándole un valor de uno a lo que es bosque primario, secundario, humedales y manglares y cero al resto. El siguiente paso consistió en asignarle tamaño al píxel, con el fin de calcular las áreas, habiéndose definido la celda en 30 m x 30 m. El mapa obtenido se sobrepuso con el mapa 2 de los subtramos, obteniéndose el mapa de bosque por subtramo.

El paso posterior consistió en extraer las estadísticas para identificar los metros cuadrados de bosque que hay por subtramo y obtener el porcentaje de área que está cubierta por bosque por subtramo. Este porcentaje se cartografió agrupándolas de la siguiente forma: 0-30% de cobertura al que se le asignó un valor de propensión leve, 30-45% moderado, 45-60% severo, mayor a 60% muy severo. El mapa 4 presenta los resultados de dicho análisis.

c) Mapa de propensión de las obras ante eventos geofísicos

Su propósito consiste en identificar las amenazas a que están expuestas las torres de la línea producto de las condiciones del entorno.

Primero se identificaron las fallas activas, para esto se tomaron en cuenta los sismos reportados mayores a 5 grados en la escala Richter, sobreponiéndolos a la capa de fallas, esto permitió identificar los subtramos con mayor riesgo asociado a sismos por

¹ Realizado con base en análisis de imágenes Landsat TM7 del 2 000 y 2 001

fallamiento local. Los de subducción no fueron considerados debido a la profundidad de los mismos tomando en cuenta que aquellos generados por fallamiento local son a profundidades menores y los que ocasionan mayores daños en la superficie.

A lo anterior se sumó: a- suelos riesgosos por ser arcillosos, muy impermeables, de alta pendiente y poco profundos y b- zonas propensas a deslizamientos. Estas últimas se identificaron a partir de un mapa de la Comisión Nacional de Emergencias, donde se sobrepusieron los principales movimientos conocidos con la capa de topografía, delimitando zonas con potencial de ser afectadas.

Mediante la asignación de pesos a las variables con el grupo consultor se definió, de mayor a menor peso, las siguientes: suelos arcillosos, deslizamientos, fallas y sismos. Mediante la siguiente fórmula se estimó la propensión que los distintos subtramos presentan para la estabilidad de las obras:

Propensión de las obras = $0,40 * \text{Suelos arcillosos} + 0,30 * \text{Deslizamientos} + 0,15 * \text{Fallas} + 0,15 * \text{Sismos}$

Se obtuvo el mapa, clasificando las áreas en: muy alto, alto, medio y bajo (mapa 5).

A.2.3.4. Fase 4: Valoración de impactos

La valoración de impactos potenciales consiste en analizar cada uno de ellos y otorgarles un valor que permita priorizar la atención en las medidas ambientales, con el fin de prevenir, mitigar o compensar los impactos de mayor relevancia, aspectos que se logra mediante la valoración misma.

El proceso de identificación de impactos se llevó a cabo mediante la revisión de los impactos identificados para este tipo de proyectos, dando especial énfasis a los que fueron previamente identificados en el EsIA de 1 997. Adicionalmente se tomaron en cuenta los impactos identificados por los especialistas en las distintas áreas de estudio involucradas en el proyecto, así como aquellos definidos en los mapas temáticos de riesgo.

La valoración de los impactos se llevó a cabo mediante la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA), recomendada por la SETENA, en la Resolución No. 588-97, la cual se explica a continuación.

La MIIA, permite obtener una valoración cualitativa de los impactos o acciones de proyecto que actúan sobre los indicadores o factores ambientales identificados. La matriz, considera las variables de beneficio o perjuicio, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad y medidas correctoras. A continuación, se describe brevemente cada una de las variables anteriores.

Signo (+/-) El signo indica si el impacto es beneficioso o perjudicial al ambiente.

Intensidad (Int) Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental identificado. El rango de valoración está comprendido entre 1 y 16. El valor más alto (16) expresa la destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y 1 representa una afectación mínima. La valoración se hace con base en el porcentaje del área proyecto (AP) que es directamente afectada.

Cuadro A.2.3. Valoración de la Variable Intensidad para la MIIA.

Intensidad	Valoración
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy Alta	8
Total	16

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Extensión (E) Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el efecto es generalizado en toda el área el impacto será total (8). En caso de que el impacto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se asigna un valor próximo a 8 (cuadro A.2.4).

Cuadro A.2.4. Valoración de la Variable Extensión para la MIIA.

Extensión	Valoración
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítico	Igual o menor a 8

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Momento (M) Momento (M) Se refiere al plazo de manifestación del impacto: el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_1). Así, por ejemplo, cuando el tiempo transcurrido es nulo, el momento será inmediato, asignándole un valor de 4. Si al momento de ocurrir el impacto, el momento es crítico, se le asigna un valor entre 1 y 4. (cuadro A.2.5).

Cuadro A.2.5. Valoración de la Variable Momento para la MIIA.

Momento (M)	Valoración
largo lazo (> 3 años)	1
mediano plazo (1 a 3 años)	2
inmediato	4
Crítico	(1,4)

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Persistencia (P) Se refiere al tiempo que el efecto dura a partir de su aparición (cuadro A.2.6).

Cuadro A.2.6. Valoración de la Variable Persistencia para la MIIA.

Persistencia (P)	Valoración
Fugaz (<1 año)	1
Temporal (1 a 3 años)	2
Pertinaz (4 a 10 años)	4
Permanente (> 10 años)	8

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Reversibilidad (R) Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor ambiental afectado, esto es, retornar a la condición ambiental previa a la acción de proyecto que produjo el impacto, por medios naturales. Cuando el impacto es irrecuperable (tanto por la acción natural como la humana), se le asigna un valor de 20 (cuadro A.2.7).

Cuadro A.2.7. Valoración de la Variable Reversibilidad para la MIIA.

Reversibilidad (R)	Valoración
Corto plazo (< 1 año)	1
Medio plazo (1 a 3 años)	2
Largo plazo (4 a 10 años)	4
Irreversible (> 10 años)	8
Irrecuperable	20

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Medidas Correctoras Se refiere a la posibilidad y el momento de introducir medidas correctoras (prevención o mitigación) para paliar o remediar los impactos (cuadro A.2.8).

Cuadro A.2.8. Valoración de la Variable Medidas correctoras para la MIIA.

Medidas Correctoras	Valoración
En proyecto	P
En obra	O
En funcionamiento	F
Sin posibilidad	N

Fuente: Resolución de SETENA 588-97.

Finalmente, con base en las variables que se detallaron, se evalúa la importancia del impacto por medio de un número que se deduce de la siguiente fórmula, mismo que puede tomar valores entre 8 y 100 y valores intermedios entre 40 y 60

Importancia: = +/-[3Int + 2 E + M +P +R]

La valoración cualitativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales identificados, se realiza con base en la MIIA.

Se suma algebraicamente la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas, identificándose las acciones más agresivas, las de valores altos negativos y las poco agresivas (valores positivos).

La suma algebraica de la importancia de cada elemento por fila, indicará los factores ambientales que presentan, en mayor o menor medida, las consecuencias de realizar el proyecto.

La valoración se basó en la información básica de los mapas temáticos y se llevó a cabo para cada uno de los 10 tramos y sus correspondientes subtramos, que son 175.

Las matrices de valoración de impactos se dividieron en etapa de construcción y de operación. Para la primera etapa, construcción, se estudiaron los impactos generados por tres diferentes actividades del proyecto, a saber: apertura de caminos, construcción de torres y colocación de cableado y apertura de la calle. En la etapa de operación se valoraron los impactos considerando la apertura de caminos de acceso y la presencia de la línea de transmisión, su operación y mantenimiento.

Los siguientes son los factores ambientales identificados como impactados:

- Suelo
- Aire
- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Biota
- Paisaje
- Socioeconómicos

A.2.3.3.1. Importancia de los impactos ambientales

Una vez que se obtiene la lista de los impactos que afectan diferentes factores ambientales (suelo, aire, aguas superficiales y subterráneas entre otros), con sus correspondientes valoraciones de importancia, por subtramo de la ruta, se generan mapas de importancia de impactos por factor ambiental analizado, según se indica a continuación:

- Se agrupan los impactos por factor ambiental afectado para cada subtramo de la ruta.
- Se suman las importancias de cada uno de los impactos por factor ambiental, para cada subtramo de la ruta.
- Se muestra en una escala de colores, la importancia total de impactos derivados por factor ambiental, para cada subtramo de la ruta.

En este caso se produjeron siete mapas (uno por factor ambiental), con una escala de importancia de impacto aplicada a cada subtramo de la ruta. Lo anterior permite identificar el mayor énfasis que se debe presentar en el Plan de Gestión Ambiental y por ende en la regencia ambiental del proyecto, para los impactos potenciales de mayor importancia.

A.2.4 Consultas Realizadas Durante la Elaboración del EsIA

Para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental de 1997, se llevaron a cabo una serie de consultas con distintas instituciones o entidades de una u otra forma relacionadas con la línea de transmisión SIEPAC.

Uno de los mayores niveles de consulta se dio con el Ministerio de Ambiente y Energía, pues en el trazado de la ruta se detectaron diversos sitios ambientalmente sensibles que podrían ser afectados, como por ejemplo el paso cerca del Parque Nacional Carara o el Refugio Juan Castro Cervantes. La relación con el personal del MINAE fue siempre cordial y con un sentido claro de responsabilidad en buscar las mejores opciones ambientales, con el fin de dar viabilidad al proyecto sin afectar las condiciones del medio.

Con la SETENA se sostuvieron varias reuniones. La primera se llevó a cabo con el Secretario General Lic. Eduardo Madrigal y una segunda con la plenaria de esa Secretaría donde se presentaron los resultados preliminares del Estudio. Se solicitó y la solicitud fue aprobada para que se nombrara una comisión de enlace que permitiera a la SETENA estar enterada de los avances del proceso de Actualización del Estudio de Impacto Ambiental. Esto se hizo con el fin de recibir los comentarios y revisiones de parte de los especialistas de esa secretaría a como los documentos finales fueran producidos por parte de ECOTEC, permitiendo un análisis y revisión oportunos por parte de ellos.

Desde el inicio del proceso se coordinó con el encargado ambiental del proyecto por parte de la EPR y con un representante del ICE que fungió como contrapartida técnica ambiental. Con ambos se llevaron a cabo diversidad de reuniones donde se discutió

acerca de los avances y contratiempos del proyecto, así como de nuestra visión de los cambios necesarios para ambientalizar el mismo.

Un capítulo adicional de consultas, se llevó a cabo para conocer la percepción local del proyecto, con el objetivo de identificar la percepción de diferentes actores, sociales e institucionales, sobre la viabilidad ambiental del mismo, o sobre las posibles externalidades que el mismo genere.

Para establecer la percepción local se llevaron a cabo consultas, en cada uno de los Municipios, tanto con sus autoridades como con los consejos de distrito por donde pasa la ruta y con los actores locales que ellos consideraron oportuno. Además de las instituciones regionales relevantes (Tomo IV).

Las Instituciones y Municipalidades consultadas se indican en el cuadro A.2.9.

Cuadro A.2.9. Instituciones y Municipalidades Consultadas

Instituciones
Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE):
Sistema Nacional de Areas de Conservación Oficinas Centrales (SINAC)
Area de Conservación Guanacaste
, Area de Conservación Pacifico Central
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)
Represa José Manuel Dengo (Cañas)
Ministerio de Agricultura y Ganadería (Despacho del Ministro)
Ministerio de Agricultura y Ganadería (Direcciones Regionales Brunca, Oriental, Occidental, Pacífico Seco, Huetar Norte, Central Sur)
Junta de Desarrollo de la Región Sur (JUDESUR)
Municipalidades
La Cruz (Distritos La Cruz y Santa Elena)
Liberia (Distritos Curubandé, Nacascolo, Mayorga y Cañas Dulces)
Bagaces (Distrito Bagaces)
Cañas (Distritos Cañas, Bebedero y San Miguel)
Abangares (Distritos Las Juntas y Colorado)
Montes de Oro (Distritos San Isidro y Miramar)
Puntarenas (Distritos Barranca, Pithaya y Chomes)
Esparza (Distritos San Juan Grande, Espíritu Santo y San Rafael)
Orotina (Distritos Coyolar y La Ceiba)
Turrubares (Distrito San Juan de Mata)
Aguirre (Distritos Quepos, Naranjito y Savegre)
Osa (Distritos Palmar y Puerto Cortez)
Corredores (Distrito Corredor)
Buenos Aires (Distrito Colinas)
Golfito (Distrito Guycará)
San Mateo (Distrito Jesús María)
Puriscal (Distrito Chires)
Parrita (Distrito Parrita)
Pérez Zeledón (Distritos Pejibaye, Platanares, San Isidro del General, Barú)

A.2.5 Definición de Términos y Siglas Empleadas

a.C	Antes de Cristo
AA	Areas abiertas
Abs.	Absolutos
AC	Area de Conservación
ACG	Area de Conservación Guanacaste
ACOPAC	Area de Conservación Pacífico Central
ADN	Acido Desoxiribonucleico
AFE	Administración Forestal del Estado
ANP	Areas Naturales Protegidas
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
Art.	Artículo
ASP	Area Silvestre Protegida
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Recursos y Finanzas
BK	Bunker
BPr	Bosque denso o primario
BPR	Buena cobertura boscosa
BS1	Bosque secundario de fase temprana
BS2	Bosque secundario tardío
CA-1	Carretera Panamericana (o Interamericana)
CAN	Comisión Arqueológica Nacional
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano
CBPD	Corredor Biológico del Paso de la Danta
CCD	Ciclo Combinado Diesel
CCGN	Ciclo Combinado Gas Natural
CCP	Centro Centroamericano de Población
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (El Salvador)
CEM	Campo electromagnético
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)
CLL	Leucemias linfocíticas crónicas
CODESA	Corporación Costarricense de Desarrollo
CR	Costa Rica
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica
d.C	Después de Cristo
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DC	Corriente directa (de sus siglas en inglés)
DGF	Dirección General Forestal
DGVS	Dirección General de Vida Silvestre
DQO	Demanda Química de oxígeno

E	Este
EBAIS	Equipos Básicos de Asistencia en Salud
EE.UU	Estados Unidos de Norte América
EER	Evaluación Ecológica Rápida
ELF	Frecuencia extremadamente baja (de sus siglas en inglés)
EMF	Campos electromagnéticos (de sus siglas en inglés)
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica (Honduras)
EOR	Ente Operador Regional
EPR	Empresa Propietaria de la Red
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
FDC	Forma de crecimiento
FETER	Formulario para Elaboración de Términos de Referencia
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (de sus siglas en inglés)
IARC	Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (de sus siglas en inglés)
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICI	Instituto de Cooperación Iberoamericana
ICNIRP	The Internacional Comisión on Non Ionizing Radiation Protection
IDA	Instituto de Desarrollo Agrario
IDS	Indice de Desarrollo Social
IFAM	Instituto de Fomento Y Asesoría Municipal
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IIT	Instituto de Investigaciones Tecnológicas (de la Universidad Pontificia)
ILS	Impone Limitación Severa
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INDE	Instituto Nacional de Electrificación (Guatemala)
INE	Instituto Nicaragüense de Energía
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
Ing.	Ingeniero
INVU	Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
IRHE	Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (Panamá)
JUDESUR	Junta de Desarrollo de la Región Sur
Landsat TM 7	Imagen satelital con siete bandas
LCVS	Ley Conservación de Vida Silvestre
LLA	Leucemia linfoblástica aguda
LOA	Ley Orgánica del Ambiente
LP	Largo plazo
LT	Línea de transmisión
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEIC	Ministerio de Economía Industria y Comercio
MER	Mercado Eléctrico Regional
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación y Política Económica
MIIA	Matriz de Importancia de Impactos Ambientales
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía
MIRENEM	Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas
MNCR	Museo Nacional de Costa Rica

MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
MP	Mediano plazo
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
N	Norte
NE	Noreste
NIEHS	Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente de Estados Unidos (U.S. National Institute of Environmental Health Sciences)
NO	Noroeste
No.	Número
NRPB	The National Radiological Protection Board (of the United Kingdom)
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OR	Razón de proporciones (parámetro similar al riesgo relativo para leucemia linfoblástica aguda)
p.ej	Por ejemplo
PF	Plantaciones Forestales
PGC	Plan de Gestión Ciudadana
pH	Nivel de acidez
PN	Parque Nacional
PNG	Parque Nacional Guanacaste
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PR	Plan Regulador
PTI	Power Technologies Inc.
rms	Valor eficaz
RPI	Research Planning Inc.
RR	Riesgo relativo
S	Sur
SE	Sureste
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Areas de Conservación
SLS	Sin Limitación Severa
SNE	Servicio Nacional de Electricidad
SO	Suroeste
sp	Referente a especie no conocida
spp	Referente a varias especies no conocidas
SUPER/SIEPAC	Modelo de Planificación Bajo Incertidumbre
TV	Televisión
U.S.	Estados Unidos de Norte América
UCR	Universidad de Costa Rica
UK	United Kingdom
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica
Vrs	Versus
W	Oeste

Unidades.

Abs.	Absolutos
cm	Centímetros
cm/año	Centímetro por año
cm/s/s	Centímetro por segundo por segundo
dB	Decibeles
G	Gauss
gr	Gramo
Ha.	Hectárea
hab/km ²	Habitantes por kilómetro cuadrado
Hz	Herzios
Km	Kilómetro
Km/h	kilómetros por hora
Km ²	kilómetro cuadrado
km ³	kilómetro cúbico
kV	Kilo voltio
kVm	Kilo voltio metro
KW	Kilovatio
KWh	kilovatio hora
l/s	litros por segundo
M	Magnitud sísmica
m	Metros
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
Ma	Millones de años
mA/m ²	Miliamperio por metro cuadrado
mG	miliGauss
mm	Milímetros
mm/año	Milímetros por año
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MW	Mega vatios
°C	Grados Celsius o Centígrados
T	Tesla
μT	Micro Tesla
V/m	Voltios por metro

A.2.6 Nombre y Calificación Personal de Especialistas

El presente Estudio de Impacto Ambiental fue desarrollado con la colaboración del siguiente equipo de profesionales:

Nombre	Profesión	Componente	N° de Registro SETENA	Firma
Raúl Campos Montero	Ingeniero en maderas	Director de Proyecto	0190-97	
Jorge Campos Montero	Biólogo	Coordinador Técnico	0107-96	
Elvis Arias Castillo	Geógrafo	Clima y Geomorfología	0104-96	
Arturo Rodríguez	Geólogo	Geología e Hidrogeología	0052-98	
José Manuel Mora	Biólogo	Fauna	0129-96	
Alberto Escoto Montero	Agrónomo	Suelos		
Luis González Arce	Ingeniero Forestal	Botánica	121-2001	
Mario Fernández	Sociólogo	Socioeconomía	0097-96	
Lesbia Acuña Marín	Arqueóloga	Arqueológico	217-97	
Sergio Feoli Boraschi	Ingeniero Forestal	SIG y Cartografía		
Silvia E. Chávez Quesada	Abogado	Jurídico	0061-98	
Irene Campos Gómez	Ingeniero Civil	Evaluación de Impacto	0153-96	

A.3. Descripción General del Proyecto

A.3.1. Antecedentes del Proyecto SIEPAC

A continuación se proveen los antecedentes del proyecto SIEPAC, según la información consignada al respecto en el EslA 97, que se considera apropiada y vigente.

En octubre de 1993, en la 14ª Cumbre de Presidentes de los Países de América Central, celebrada en Guatemala, se suscribió el protocolo de Tratado de Integración Económica de Centroamérica, en el cual se establecieron las normas de la participación de los países en las políticas económicas de la región. Dentro de este contexto de la integración centroamericana, el desarrollo del Proyecto SIEPAC representó un hito importante para la región.

Según los datos existentes, en un futuro inmediato los países centroamericanos se encontrarán con serias dificultades para satisfacer sus respectivas demandas de energía. Para dar respuesta de forma individual a esta demanda, se requerirán inversiones económicas muy significativas, que podrían verse condicionadas o limitadas por la crisis económica que atravesaba la región, por lo que se consideró necesario y urgente realizar un proyecto conjunto de interconexión eléctrica a escala regional, que permitiera acometer el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

En la actualidad, los sistemas eléctricos de los países centroamericanos se encuentran unidos mediante dos interconexiones débiles, formando dos subsistemas separados; el primero de los cuales une Guatemala con El Salvador y el segundo el resto de los países, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, lo que impide realizar intercambios energéticos compartidos entre todos los países. Los dos subsistemas se podrían unir eventualmente mediante una línea a 230 kVm entre Honduras y El Salvador y se tendría un solo sistema operando a 230 kVm. Sin embargo, esta opción fue descartada pues no supone una solución a medio o largo plazo, dado que carece de la capacidad de transporte suficiente para satisfacer las necesidades previstas.

El proyecto SIEPAC se originó en 1987, en una primera reunión de las agencias y agentes gubernamentales responsables del sector eléctrico de los seis países del istmo centroamericano, y contó desde su inicio con el apoyo del Gobierno de España, que patrocinó el estudio de un proyecto de interconexión que conectaría todos los países con una red troncal a 230 kVm, y que debería construirse para el año 1992. En esta reunión un Protocolo de Acuerdo fue firmado por todos los Presidentes, en el que se formalizó el compromiso y vinculación de las Empresas Eléctricas al Proyecto y se decidió la realización de los estudios necesarios para su materialización.

Con posterioridad a esta reunión, el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), organismo que reúne a las máximas autoridades regionales del sector, hizo suyas las resoluciones de la reunión de Madrid y encomendó la Secretaría Ejecutiva del Proyecto al Grupo ENDESA de España, con el objetivo de que se hiciera cargo de los aspectos

organizativos del proyecto, procurara la realización de los estudios económico-financieros del mismo y convocara a los coordinadores técnicos.

Como antecedentes técnicos se utilizaron en un principio los estudios realizados hasta la fecha por las propias empresas eléctricas nacionales, apoyadas por la Comisión Económica para América Latina, así como los datos existentes de la realidad misma de las interconexiones presentes entre los diferentes países.

Una vez concluidos estos estudios, se presentaron al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y al Banco Internacional de Recursos y Finanzas (BIRF), al igual que a la Cumbre de Presidentes Centroamericanos de Julio de 1 988.

Analizados ciertos aspectos del Proyecto por estos organismos, tales como la oportunidad de la construcción de la línea, su nivel de voltaje, y la necesidad de considerar un desarrollo gradual del sistema, dado su elevado costo de inversión, durante la IV Cumbre Presidencial de Julio de 1 989, se decidió reformular el Proyecto para adaptarlo a las necesidades y posibilidades económicas de los países, reprogramándolo en tres etapas con una duración total aproximada de diez años.

Más adelante el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), dependiente del Ministerio de Asuntos Exteriores de España, firmó un acuerdo de cooperación con el Grupo ENDESA, con el objeto de aunar esfuerzos para la realización del Proyecto, al tiempo que se incluyó esta cooperación en el marco de las realizaciones del V Centenario a través de la Sociedad Estatal correspondiente.

En el año 1 991 ENDESA presentó al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el esquema para desarrollar el proyecto reformado, para cuyo análisis se prepararon, conjuntamente con el BID, los Términos de Referencia del Proyecto y la propuesta de trabajo de los estudios complementarios, aprobados ambos en la reunión de presidentes y coordinadores del Proyecto SIEPAC, celebrada en Madrid en Septiembre de 1 992.

Paralelamente, y también en Madrid, se constituyó la sociedad SIEPAC, S.A., en julio de 1993, participada por el Grupo ENDESA de España, y las empresas centroamericanas interesadas en el proyecto, es decir el INDE de Guatemala, la CEL de El Salvador, la ENEE de Honduras, el INE de Nicaragua, el ICE de Costa Rica y el IRHE de Panamá, cuyo principal objeto es la construcción y explotación del sistema eléctrico de interconexión.

Por último, tras la correspondiente negociación se reformuló el proyecto en la última reunión de los coordinadores nacionales, realizada en enero de 1 997, coincidiendo con la misión de análisis del BID, habiéndose decidido a partir de los análisis realizados por los consultores externos, que la línea definitiva sea una línea en simple circuito a 230 kVm. Esta última decisión supone una modificación del alcance inicial del Proyecto.

Uno de los requisitos previos a la construcción de la Línea SIEPAC consiste en la actualización del estudio de impacto ambiental realizado en 1 998, lo que constituye el contenido de este documento.

A.3.2. Ventajas de las Conexiones Internacionales.

El desarrollo de los actuales sistemas eléctricos de potencia se ha sustentado en la construcción de líneas de interconexión entre subsistemas o sistemas de menor dimensión o escala.

Las interconexiones entre diferentes subsistemas se han incentivado en la medida en que ha resultado necesario reducir los costos de producción de energía eléctrica, y/o aumentar los requisitos de seguridad y calidad de servicio.

La importancia de los beneficios que se obtienen con las interconexiones es tan grande, que el alcance de los sistemas eléctricos interconectados ha superado ampliamente el ámbito nacional, mediante la construcción de líneas de interconexión internacionales, dando lugar a los actuales grandes sistemas eléctricos, en algunos casos de ámbito continental.

En el caso de los sistemas eléctricos de los países centroamericanos, el desarrollo ha sido similar, como muestra el hecho de que han participado en este proceso de integración y participación internacional, fruto del cual están interconectados en dos grupos, independientes entre sí, desde mediados de la década pasada, a través de dos líneas a 230 kVm de simple circuito, que unen Guatemala y El Salvador por una parte y Honduras con Nicaragua, Costa Rica y Panamá por otra. Esta estructura es claramente insuficiente para soportar la potencia que será preciso transportar en un futuro no muy lejano.

Los beneficios económicos de las interconexiones son siempre muy importantes, debido a que, por múltiples razones, permiten reducir la necesidad de equipamiento y los costos de explotación. Estas razones pueden agruparse en la forma siguiente:

1.- Razones de carácter técnico:

- *Mayor fiabilidad de la cobertura de la demanda:* al apoyarse conjuntamente los sistemas ante situaciones de fallo de grandes grupos o centrales, se permite cubrir la demanda desde los sistemas vecinos, con lo que se evitan cortes de suministro, muy costosos para la industria y la sociedad en general, y en cierta medida limitantes del desarrollo económico.
- *Aumento importante de la fiabilidad de la red en áreas fronterizas:* por el apoyo mutuo de las redes de transporte nacionales. Muy claro en países cuya forma geográfica hace que las áreas limítrofes sean las desabastecidas, al encontrarse alejadas de los centros de producción y de reparto de potencia.
- *Mayor estabilidad y garantía de la frecuencia:* por el aumento de la inercia en los sistemas interconectados.
- *Mayor estabilidad y garantía de la tensión:* debido al aumento de la potencia de cortocircuito.

2.- Ahorros en los costos de explotación

- *Reducción de pérdidas:* especialmente en sistemas que comparten una frontera de gran longitud y con zonas eléctricamente complementarias.
- *Menores reservas de operación en cada sistema:* al posibilitar que se compartan las centrales de reserva, tanto primaria como secundaria, lo que permite reducir a largo plazo la construcción de centrales, al apoyarse en las de los países vecinos, y posibilitar la creación de centrales supranacionales, compartidas por varios.
- *Intercambios económicos de energía:* al posibilitar que la producción se realice en cada momento en las centrales de mínimo costo, reduciendo la factura energética conjunta. Lo anterior es de sumo interés en sistemas abastecidos con fuentes energéticas importadas (p.ej., centrales térmicas a base de hidrocarburos), concepto aplicable en aspectos ambientales al posibilitar que la producción se realice en la central que genere los menores impactos
- *Mejor aprovechamiento de excedentes:* al permitir la producción en diferentes períodos, ajustándose ésta a las modificaciones periódicas de la demanda y adaptándose la producción a éstas.
- *Mejora de utilización de las centrales:* por la posibilidad de integración de las curvas de carga de los distintos sistemas que presentan diferencias horarias, estacionales o climáticas, aprovechando la diversificación del mercado para una mejor explotación del conjunto de las centrales de generación.

3.- Menor necesidad de equipamiento futuro

- *Menores necesidades de potencia instalada:* por la complementariedad de los sistemas y el desplazamiento horario de sus curvas de carga, dado que se permite el apoyo mutuo, compartiendo la generación.
- *Posible escalonamiento de la construcción de nuevas centrales generadoras:* al contar, como ya se ha mencionado, con las centrales de reserva de otros sistemas.
- *Economías de escala:* al ser posible la construcción de centrales con grupos de mayor tamaño, al planificar en un ámbito supranacional, lo que permite optimizar recursos.

La posibilidad de obtener todos o parte de estos beneficios depende de la capacidad de la interconexión. La obtención de los beneficios técnicos exige una capacidad de interconexión relativamente baja, pero si además se quieren obtener los posibles beneficios derivados del ahorro de costo de explotación o de futuro equipamiento, dicha capacidad de interconexión deberá aumentarse.

Cuando la capacidad de la interconexión es relativamente baja, el valor económico de los beneficios que se obtienen es proporcional a dicha capacidad, y en general superan ampliamente los costos de inversión en las líneas de interconexión. No obstante, a medida que aumenta la capacidad, los beneficios se reducen, y a partir de un determinado valor se produce una saturación de los beneficios obtenidos.

La consideración del fenómeno anterior, junto con el obligado contraste del valor económico de los beneficios previstos con los costos de la línea de interconexión, permiten adelantar la existencia de una capacidad óptima para dos o más sistemas predeterminados.

La comparación de los ahorros económicos obtenidos con los costos de inversión que exige la construcción de una línea de interconexión, permite obtener la capacidad óptima bajo el punto de vista económico del conjunto de la red de interconexión, objetivo de los estudios realizados hasta el presente, y que para el caso en estudio, han dado como resultado óptimo el actual diseño del Proyecto SIEPAC, basado en una línea de simple circuito a 230 kVm.

A.3.3. Necesidad y Objetivos de la Instalación

Como ya se ha mencionado, según los datos existentes, en un futuro relativamente inmediato los países centroamericanos se encontrarán con serias dificultades para satisfacer sus respectivas demandas de energía. Para dar respuesta de forma individual a esta demanda se requerirán unas inversiones económicas muy significativas, que pueden verse condicionadas o limitadas, por lo que se considera necesario y urgente realizar un proyecto conjunto de interconexión eléctrica a escala regional, que permita acometer el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

El Proyecto SIEPAC es una iniciativa de cooperación multilateral, desde el punto de vista del BID, para la construcción de un sistema de interconexión eléctrica del istmo centroamericano, consistente en una línea de transporte que unirá los sistemas eléctricos de seis países, permitiendo el transporte de toda la energía potencialmente intercambiable, reforzando y estabilizando los sistemas eléctricos de los mismos, abriendo múltiples posibilidades de coordinación, operación y programación conjunta del sector eléctrico en los seis países interesados.

El proyecto presenta una parte apreciable de las ventajas técnicas mencionadas en el epígrafe precedente, de entre las que es preciso destacar el hecho de que implica notables ventajas económicas derivadas de la optimización de los sistemas eléctricos por economías de escala, ya que permite optimizar el sistema eléctrico centroamericano como un conjunto único, que respetando la autonomía de sus diversos componentes nacionales, posibilita la adopción de soluciones comunes frente a problemas globales, como incrementos generalizados de la demanda o desarrollo de grandes proyectos supranacionales, o bien problemas locales o temporales, como un mal año hidrológico en una cierta zona del istmo, que no justifican el desarrollo de nuevas centrales al ser un problema circunstancial, pero que se da periódicamente, con la problemática que ello conlleva para el país o zona afectada, ya que en ocasiones se han producido y producen problemas de suministro, con cortes de la corriente.

Estas situaciones que se presentan hoy en día se verían solucionadas en gran parte con el desarrollo de este proyecto, como se aprecia en el punto siguiente en el que se analiza y justifica la solución propuesta.

En la evaluación del Proyecto SIEPAC hay que tener en cuenta además de las razones puramente técnicas o económicas, el que su desarrollo posee un importante carácter político para el área, ya que:

- Se trata de un proyecto de fuerte contenido integracionista, debido a que para su construcción hace falta un consenso entre los políticos de todos los países y durante un número apreciable de años, lo que implica para algunos más de una legislatura, debiendo ser asumido por el conjunto de la clase política centroamericana como un proyecto conjunto de sumo interés para todos.
- Colabora al desarrollo regional, al permitir la disponibilidad de energía en cantidad y calidad suficiente para posibilitar el desarrollo de las particularidades económicas regionales y nacionales, al dar estabilidad al suministro de energía eléctrica, paso indispensable para el desarrollo de la economía moderna.
- Colabora igualmente al proceso de pacificación regional, aportando argumentos económicos en pro de la solución de los conflictos entre países mediante la generación interrelaciones energéticas y económicas beneficiosas.

Los principales componentes del proyecto, en su configuración definitiva, son:

0. Una línea de transporte de energía eléctrica de 230 kVm, que a través de algo más de 1 366 Km. de recorrido unirá los sistemas eléctricos de todos los países del Istmo Centroamericano.
1. Once estaciones transformadoras 230 kVm que unirán las actuales redes eléctricas nacionales a la línea eléctrica de interconexión.
2. Un conjunto de modernas instalaciones de comunicación, centro de control a instalar en El Salvador, que mejorará la coordinación con los sistemas eléctricos actuales de éstos.

Para el diseño definitivo del proyecto han sido realizados un número apreciable de estudios técnicos, económicos y ambientales, desarrollados por diferentes equipos de trabajo, formados por especialistas de cada una de las empresas eléctricas participantes, que han sido ayudados en los aspectos que han sido precisos por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de España y Power Technologies Inc., como consultores externos, con base en los cuales se ha diseñado el Proyecto SIEPAC con su alcance actual.

A. 3.4. Justificación de la Solución Técnica Propuesta

Desde 1 987 las compañías eléctricas IRHE de Panamá, ICE de Costa Rica, INE de Nicaragua, ENEE de Honduras, CEL de El Salvador e INDE de Guatemala junto con el grupo ENDESA de España vienen impulsando el Proyecto SIEPAC.

La solución técnica propuesta para el Proyecto SIEPAC es el resultado de los estudios realizados sobre la factibilidad del mismo.

El objetivo principal de estos estudios ha sido identificar y analizar la conveniencia económica y técnica de su desarrollo, así como las características y oportunidad de la red troncal de interconexión, dados los requisitos de intercambio de potencia y energía previstos para corto, medio y largo plazo entre los países del istmo centroamericano.

En la realización de estos estudios han participado especialistas en la planificación de la generación y del transporte de cada una de las empresas eléctricas del istmo centroamericano, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de un consultor designado a tal fin, y técnicos del equipo de ENDESA. Los estudios se realizaron entre octubre de 1 992 y Enero de 1 997, si bien se sigue trabajando en algunos de ellos.

Los primeros estudios de factibilidad técnico-económica del proyecto terminaron de 1 989, recomendando la construcción de una red troncal a 500 kVm, que conectaría a los seis países, desde Guatemala hasta Panamá a través de 1 829 km. de recorrido. La red constaría de 11 subestaciones, con un centro de control para coordinar la explotación conjunta en cada uno de ellos.

La documentación elaborada se centró esencialmente en los estudios de análisis técnico, tales como Análisis de Estabilidad Transitoria y Transitorios Electromagnéticos.

A comienzos de 1 991, se decidió reformular el Proyecto dividiéndolo en dos etapas, para adaptarlo a las posibilidades económicas y las necesidades más inmediatas de cada uno de los seis países. Esta división en etapas contempla básicamente una energización inicial a 230 kVm, para más tarde, una vez completado el conjunto de las instalaciones, operar a 500 kVm.

Para analizar el proyecto reformulado se prepararon, conjuntamente con el BID, los Términos de Referencia del Proyecto y la Propuesta de Trabajo de los estudios complementarios, aprobados ambos en la Reunión de Presidentes y Coordinadores del Proyecto SIEPAC. De acuerdo con estos documentos, se realizaron una serie de estudios en los que se han identificado el Plan de Expansión de la Generación y el Programa de Desarrollo de la Interconexión en distintos supuestos o escenarios.

Los supuestos o escenarios estudiados se diferencian en las diversas hipótesis de partida adoptadas, referidas a los siguientes aspectos:

1. 2 niveles distintos de crecimiento de la demanda (escenarios 1 y 2 de demanda)
2. 2 niveles diferentes en el nivel de coordinación en la planificación (planes de funcionamiento de los sistemas eléctricos nacionales de forma individual y coordinada)
3. 2 alternativas de expansión de la generación consideradas en la planificación coordinada (planes con o sin el Proyecto Boruca)

Del cruce de estas hipótesis de partida se definieron seis planes distintos para los que se analizó la solución óptima. Los planes son los siguientes:

1. Plan individual correspondiente al escenario 1 de la demanda.
2. Plan individual correspondiente al escenario 2 de la demanda.

3. Plan coordinado correspondiente al escenario 1 de la demanda y en el que no se considera alternativa de expansión el Proyecto Boruca y se permite la incorporación de un máximo de dos centrales de carbón de 350 MW cada una.
4. Plan coordinado correspondiente al escenario 2 de la demanda y en el que no se considera alternativa de expansión el Proyecto Boruca y se permite la incorporación de un máximo de dos centrales de carbón de 350 MW cada una.
5. Plan coordinado correspondiente al escenario 1 de la demanda y en el que se considera alternativa de expansión el Proyecto Boruca y se permite la incorporación de un máximo de dos centrales de carbón de 350 MW cada una.
6. Plan coordinado correspondiente al escenario 2 de la demanda y en el que se considera alternativa de expansión el Proyecto Boruca y se permite la incorporación de un máximo de dos centrales de carbón de 350 MW cada una.

Para la realización de los estudios comparativos de estos seis supuestos se debió proceder anteriormente a la actualización de las bases de datos existentes, a la homogeneización de valores y criterios, que permitieran el contraste de resultados, a la obtención de los planes de expansión de la generación en los diferentes escenarios, a la elaboración del programa de desarrollo de la expansión correspondiente a cada plan de expansión de la generación, al análisis de los planes de generación-transmisión y a los análisis de sensibilidad correspondientes.

Los resultados de estos estudios indican como primer aspecto la necesidad de construir una red troncal, ya que incluso en los escenarios de planificación individual, los ahorros obtenidos al coordinar la explotación justifican la construcción de dicha red.

En los supuestos de generación coordinada, en los que se han mantenido márgenes de maniobra de reserva individuales positivos, los estudios proporcionan mayores beneficios todavía, incrementando la necesidad de la red troncal y por tanto su rentabilidad. Es decir los estudios realizados confirman, siguiendo estos supuestos, la factibilidad técnica y económica del Proyecto SIEPAC.

Una vez confirmada la necesidad de la interconexión, se estudió la construcción de una línea troncal a 500 kVm frente a 400 kVm, resultando que es más rentable la línea a 500 kVm en el caso de los planes coordinados con el desarrollo del Proyecto Boruca, mientras que en los que éste no se desarrolla ocurre lo contrario. En la decisión de 500 kVm frente a 400 kVm, deben tenerse en cuenta otras consideraciones de tipo técnico y estratégico, además de las estrictamente económicas.

El beneficio del Proyecto SIEPAC cuando se considera la formulación de 230 kVm, en lugar de la propuesta de 500 kVm, en el caso de la planificación coordinada sin el desarrollo del Proyecto Boruca y en el escenario 1 de la demanda, es mayor. Sin embargo este ahorro es inferior a las pérdidas estimadas que se producirían al considerarse los supuestos con desarrollo del Proyecto Boruca, para el mismo nivel de demanda. Las diferencias se hacen críticas en favor de la opción a 500 kVm cuando se considera el supuesto de demanda 2.

Por tanto, y como conclusión de todos los estudios realizados, la solución de una línea a 500 kV para la construcción del Proyecto SIEPAC, se presentaba como una alternativa rentable y que además, verificaba el criterio de minimizar el máximo rendimiento en el caso de considerar todos los escenarios de planificación definidos en el primer semestre del 95.

Posteriormente ante la dificultad de materializar los grandes proyectos hidroeléctricos, tales como Boruca y otros, así como la dificultad de materializar el grado de coordinación supuesto en los estudios se decidió en octubre de 1995 realizar un nuevo conjunto de estudios de factibilidad. Dichos estudios serían realizados por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT) y el Power Technologies Inc. (PTI).

Estos nuevos estudios se han realizado bajo un enfoque novedoso, los lazos de interconexión se vislumbran como opciones en el proceso de planificación del sistema integrado de generación-transformación. Las decisiones relacionadas con la expansión del sistema de generación se han visto afectadas por las decisiones asociadas a la expansión del sistema de transformación y viceversa. La herramienta de planificación utilizada ha sido el modelo SUPER/SIEPAC y se utilizó el criterio de planificación bajo incertidumbre.

Se consensuaron los criterios generales para determinar los seis escenarios de incertidumbre. Utilizando dichos criterios y teniendo en cuenta la experiencia obtenida con la optimización de los 16 escenarios estudiados, presentados en San José del 6 al 10 de agosto de 1996, se elaboraron seis escenarios preliminares.

Los criterios consensuados para determinar los seis cubren un rango de posibles materializaciones de la incertidumbre en el crecimiento de la demanda, y un grado de coordinación en la planificación y en la operación entre los países. Las distintas opciones de proyectos regionales son analizadas de forma gradual según se incrementa el grado de coordinación de los escenarios. De esta forma, se materializan de forma realista los distintos grados de integración posibles.

Las incertidumbres contempladas en los criterios se clasifican de acuerdo con los siguientes aspectos:

- 1) Crecimiento de la demanda bajo y alto.
- 2) Grado de coordinación en la planificación de la generación: se materializa de forma gradual en los distintos escenarios pasando desde planificación individual para cada uno de los países, a planificación en grupos de tres países, y llegando hasta la planificación regional en el conjunto de los seis países. Se distinguen tres grados

Grado 0: se planifican los subsistemas de forma individual, para lo cual se modela el sistema suponiendo que las interconexiones entre los subsistemas tienen capacidad nula de intercambio y que las opciones de interconexión son las contempladas con carácter nacional.

Grado 3: en los escenarios de coordinación parcial se permite planificar en grupos de tres países. En estos casos se aprovecha la simultaneidad de la carga al estar interconectados. Esto permite flexibilizar la fecha de entrada de los proyectos de escala nacional e incorporar opciones de proyectos regionales con economías de escala, que aumentan conforme a la gradualidad de los escenarios. Este grado de coordinación puede requerir expandir las interconexiones existentes y comprometidas hasta el año 1 999 entre los países del grupo, donde se permite la coordinación de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

Grado 6: en los escenarios de mayor coordinación se permite planificar entre los seis países. Esto permite flexibilizar la fecha de entrada de los proyectos de escala nacional e incorporar las opciones de proyectos regionales con mayor economía de escala. Este grado de coordinación puede requerir expandir las interconexiones existentes y comprometidas entre todos los países, de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

- 3) Grado de coordinación en la operación: se materializa de forma gradual en los distintos escenarios pasando desde operación coordinada en grupos de tres, y llegando hasta operación regional para los seis países. Se distinguen al igual que en el caso previo tres grados:

Grado 0: en los escenarios de referencia se simula la operación coordinada con las interconexiones existentes y comprometidas hasta el año 1 999, sin expandir la interconexión durante el periodo de estudio.

Grado 3: en algunos escenarios se permite la coordinación de la operación en grupos de tres países. Esto se simula manteniendo el enlace HO-NI con la capacidad existente, pudiendo expandir los enlaces de la interconexión entre los países de los grupos donde se permite la coordinación de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

grado 6: en los escenarios de mayor coordinación, se permite la operación coordinada entre los seis países pudiendo expandir todos los enlaces de la interconexión de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

A continuación se describen los seis escenarios determinados, incluyendo las opciones de generación térmica e hidráulica regionales para el mediano (MP) y el largo plazo (LP), para cada uno de ellos. Las escalas de los proyectos van acorde con el nivel de coordinación y la demanda. En cuanto a los proyectos térmicos, se parte de escalas de 150 MW, 220 MW, hasta 350 MW con las tecnologías disponibles en el catálogo de grupos regionales térmicos, principalmente de ciclo combinado diesel (CCD) y gas natural (CCGN), bunker (BK) y carbón (CB). En cuanto a los proyectos hidráulicos se hace especial énfasis en las posibilidades de los proyectos más grandes: Siquirres 412 MW, El Tigre 704 (Tigre Y 375 MW), Patuca 2 713 MW y Gran Boruca 1 520 MW (Boruca pequeño 862 MW, cota 220, 960 MW).

El periodo de estudio de planificación comprende desde el año 1 996 hasta el 2 015, incluyendo dos años más como periodo de extensión. El periodo de estudio se divide en tres subperiodos: i) 1 996 a 1 999 corto plazo, ii) 2 000 a 2 007 medio plazo y iii) 2 008 a 2 015 largo plazo.

Escenario 1: Planificación Individual

No existen proyectos térmicos o hidráulicos, la coordinación para la planificación entre los países es nula, grado 0 a mediano y largo plazo, y la de operación se mantiene en el grado 3. El crecimiento de la demanda es bajo.

Escenario 2: Planificación Individual a Mediano Plazo y Parcial a Largo plazo

No existen proyectos hidráulicos, si térmicos a largo plazo, proyectos CCD y CB, la coordinación para la planificación entre los países es nula a mediano plazo, y grado 3 a largo plazo, y la de operación se mantiene en el grado 3, para mediano y largo plazo. El crecimiento de la demanda es bajo.

Escenario 3: Planificación Individual a Mediano Plazo y Parcial a Largo plazo

Al igual que en el caso previo no existen proyectos hidráulicos, si térmicos a largo plazo, proyectos CCD y CB, la coordinación para la planificación entre los países es nula a mediano plazo, y grado 3 a largo plazo, y la de operación se mantiene en el grado 3 para mediano plazo, pero se incrementa a 6 para largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto.

Escenario 4: Planificación y Operación Parcial

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB desde el mediano plazo, y se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I, Siquirres y Boruca Pequeño), la coordinación para la planificación entre los países es de grado 3 a mediano y largo plazo, y la de operación se mantiene igualmente en el grado 3, para mediano y largo plazo. El crecimiento de la demanda es bajo

Escenario 5: Planificación y Operación Gradual

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB, así como CCGN en Panamá, desde el mediano plazo, así como CCGN en Guatemala a largo plazo. Se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I, Siquirres, Boruca Pequeño y Patuca 2). La coordinación para la planificación entre los países es de grado 3 a mediano plazo y de 6 a largo plazo, y la de operación se mantiene en el grado 3 para mediano plazo, pero se incrementa a 6 para largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto.

Escenario 6: Planificación y Operación Regional

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB, así como CCGN en Panamá y Guatemala, desde el mediano plazo. Se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I, Siquirres, Boruca Pequeño y Patuca 2). La coordinación para la planificación y la operación entre los países son de grado 6 a mediano y largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto

Una vez determinados estos escenarios se procedió a aplicar el modelo ya mencionado SUPER/SIEPAC conforme al criterio de mínimo costo, analizándolo para el periodo de

estudio comprendido entre 1996 y el año 2015, y refiriéndolo al modelado de la demanda para cada uno de los escenarios, integrando el modelado y calibración de la producción hidráulica, el grado de coordinación en la planificación y en la operación y los márgenes de reserva y excedentes.

Como resultado de estos estudios de planificación de la generación, se obtuvieron para cada escenario los flujos (de potencia y energía) de intercambio en los diferentes enlaces de la interconexión.

Estos estudios han determinado cuales son los refuerzos necesarios en el corto plazo y cual es la red de mínimas inversiones que, conforme a los posibles grados de integración esperados en la realidad, y tomando como base el escenario más pesimista, permita satisfacer las necesidades del mediano plazo.

La conclusión del equipo de consultores es que el proyecto SIEPAC debe consistir en un simple circuito de 230 kV, con dos opciones. La primera sería una línea de simple circuito de 230 kV con posibilidad de otra línea independiente de 230 kV en el futuro. La segunda sería una línea de doble circuito de 230 kV con el primer circuito instalado.

A.3.5. Análisis de Alternativas

Antes de iniciar la descripción y análisis de la propuesta del Proyecto SIEPAC se ha de aclarar que se ha valorado exclusivamente el alcance concreto de este proyecto, esto es la interconexión de los sistemas eléctricos de Costa Rica con los del resto de países del istmo centroamericano mediante la construcción de una línea que unirá once centros de transformación.

Con base en lo antes indicado, en los estudios que se realizan a continuación no intervienen otros conceptos aparte de los referentes al transporte de energía eléctrica, no se incide por tanto en los otros componentes que definen el sistema eléctrico centroamericano, es decir la generación y la distribución, por lo que el análisis de alternativas que se realiza a continuación, una vez vista que la solución óptima para las hipótesis planteadas era la construcción de la línea a 230 kV, versa exclusivamente sobre los posibles trazados que la línea puede tener, de forma que se pueda determinar el óptimo desde todos los puntos de vista, técnico, económico y ambiental.

A.3.5.1. Proceso de obtención del trazado

El método seguido en el presente proyecto para la definición del trazado, desde las primeras etapas de la planificación del mismo, ha sido el análisis de opciones.

La elección de este método está basada esencialmente en la necesidad de estudiar el Proyecto como un conjunto, partiendo de una problemática especial producida por el hecho de intervenir siete compañías diferentes y actuarse en seis países con unas características distintas, lo que ha obligado a analizar aspectos técnicos y adoptar una serie de acuerdos previos que van a marcar desde su inicio la definición del trazado.

Los condicionantes técnicos vienen marcados por la ubicación definida para las subestaciones por cada una de las compañías, que a su vez viene determinada entre otros aspectos por los repartos de potencia de los sistemas eléctricos nacionales.

Los acuerdos a su vez se centran básicamente en la definición de los puntos de cruce de las fronteras, que obligan a la obtención del correspondiente consenso bipartito para cada una de ellas.

El conjunto de unos y otros define una serie de pasos obligados, once de los cuales los determinan las subestaciones y cinco las fronteras, por los que deberá discurrir obligatoriamente la línea.

En la toma de decisiones sobre estos puntos de paso obligado han intervenido tanto los aspectos estrictamente técnicos como los ambientales, si bien en un principio la importancia dada a los primeros tuvo una mayor relevancia, habiendo cobrado, la toma en consideración de los aspectos ambientales, un mayor peso cuanto mayor ha sido el avance de los trabajos.

A.3.5.2. Descripción de corredores básicos

La determinación del trazado se ha realizado como ya se ha dicho en un proceso secuencial, ya que en un principio se determinó un corredor básico, a partir de los análisis a gran escala de la realidad de cada uno de los seis países, para posteriormente pasar a definir, dentro de ese corredor, la posible traza y las mejoras que los análisis realizados, en particular los ambientales, han ido aportando en la optimización de la misma.

La definición del corredor básico se realizó a partir de los condicionantes de partida, de carácter ambiental, técnico y económico respectivamente, que se definen a continuación:

- La línea debería eludir las zonas y parajes más sensibles desde el punto de vista ambiental.
- Los centros de transformación deberían situarse lo más próximo posible a los principales centros de reparto de potencias, localizados en las zonas donde se agrupan las grandes áreas de consumo.
- Como toda línea eléctrica la interconexión ha de tener la menor longitud posible, tanto por razones técnicas como económicas.

A continuación se analiza como ha influido la toma en consideración de estos condicionantes.

La adopción del principio básico de que la línea debería eludir las áreas más sensibles, tiene dos vertientes que se aprecian claramente, la primera se deriva del hecho de que los gestores de las empresas van asumiendo paulatinamente y con mayor interés los aspectos referentes a la conservación del medio ambiente, sin embargo se da el hecho de que las

áreas más sensibles son lógicamente las menos humanizadas, y por tanto en las que el tipo de trabajos a realizar será más difícil.

Del análisis de los aspectos básicos que definen el área centroamericana, expuestos en el epígrafe anterior, se deduce fácilmente que cualquier trazado que discurriera por la vertiente atlántica sería, en principio, claramente peor, desde el punto de vista ambiental, que los que discurrieran por la vertiente pacífica. Esta afirmación se basa en el hecho de que la mayor parte de las masas forestales que restan en estos países, en particular los bosques tropicales húmedos, la fauna de interés, los espacios naturales protegidos de mayor importancia y extensión, las poblaciones indígenas, etc, se encuentran todos ellos en las zonas del interior de la costa caribeña.

Por otra parte, puede decirse a grandes rasgos, que en la costa pacífica y en los valles del interior que vierten hacia ésta: a- se concentra la mayor parte de la población, b- han desaparecido la mayor parte de los bosques existentes, sustituidos por potreros y grandes explotaciones agrícolas, c- la fauna ha perdido gran parte de las especies de interés que se hallan concentradas en espacios restringidos, d- la presencia de espacios naturales protegidos es muy inferior, circunscribiéndose a enclaves concretos y su entorno inmediato, e- las poblaciones indígenas que restan en la zona se encuentran mucho más desperdigadas, habiendo perdido por la presión exterior gran parte de su identidad y costumbres, existiendo un amplio mestizaje cultural y personal con las poblaciones del entorno.

De todo lo mencionado se deduce que los posibles pasillos por la vertiente caribeña van a suponer un deterioro ambiental muy superior a los que se definirían por la pacífica, por lo que se determinó como corredor básico el paso por ésta.

En cuanto a los condicionantes técnicos, basados esencialmente en la necesidad de que los centros de transformación se sitúen lo más próximos posible a los centros de reparto, queda justificado por una parte porque si éstos no se sitúan cerca, o mejor colindando, se deberán realizar las líneas que los enlacen, con los costos de inversión y ambientales que ello supone.

Los centros de reparto de los diversos países afectados por el proyecto se encuentran, como en todo sistema eléctrico nacional, en los nudos principales de la red presente y futura, que a su vez es función de la situación de las áreas de producción y de los centros de consumo. En los países interconectados por el Proyecto SIEPAC se da como característica diferencial la gran concentración de la población en unas áreas concretas, en particular en el entorno de la capital, distribuyéndose el resto de los habitantes de forma muy dispersa. Debido a ello los principales centros de potencia se encuentran en la mayor parte de los países en las proximidades de las capitales y la nueva línea ha de acercarse a éstas.

Esta situación avala la opción de corredor básico definida anteriormente, porque los centros de reparto, que lógicamente se encuentran próximos a los centros de consumo, se encuentran en su totalidad en la vertiente pacífica, por lo que habrán sido precisas líneas de enlace a través de las cordilleras centrales, para el caso de que se hubiera escogido un trazado por la vertiente Caribe, con el encarecimiento del proyecto conjunto que ello

supondría, al tener que contemplar entre otros aspectos líneas de muy alta montaña, además del costo ambiental del paso a través de estas sierras.

En el caso de Costa Rica, los centros de consumo mayor están lejos de la Línea de Transmisión (LT), por eso se definió el paso por las subestaciones ya existentes, como Cañas, Parrita, Palmar y Río Claro la cuales están enlazadas al Sistema Nacional Interconectado (SIN), permitiendo que el país utilice la energía que requiera del la línea SIEPAC.

A.3.5.3. *Análisis y justificación de la alternativa seleccionada frente a otras opciones.*

Una vez definido este corredor básico y los centros de transformación en función de las redes existentes, se procedió a definir un trazado previo que diera forma al proyecto, siendo este trazado susceptible de todas las mejoras que los estudios posteriores produjeran.

El trazado original fue sometido a un análisis exhaustivo por parte de los integrantes de los equipos ambientales nacionales, aportando los datos obtenidos a los equipos de planificación, proyecto y construcción de sus respectivas compañías, de tal forma que se han acometido un número apreciable de variaciones sobre ese trazado original. Para ello se partió de la existencia de otras infraestructuras actuales, en particular las líneas de interconexión entre los países a 230 kVm, y la carretera Interamericana, CA-1, definiendo el trazado original del SIEPAC en paralelo con éstas.

El contenido del presente estudio representa la última adecuación ambiental que se ha llevado a cabo para asegurar la ruta de mínimo impacto posible, así como la incorporación de todas las medidas ambientales necesarias, mismas que se reflejarán finalmente en el Plan de Gestión Ambiental del proyecto.

Para la adecuación del Proyecto SIEPAC a la situación que presenta la realidad en el presente, así como para recoger con un énfasis mayor los aspectos ambientales, se ha definido una metodología especial adaptada a este caso en particular en el análisis de alternativas y en la elección definitiva del trazado, que se puede plasmar en las siguientes fases.

I. Estudio de Impacto Ambiental Preliminar de 1 998

1. Análisis del trazado preliminar en hojas topográficas a escala 1:50 000.

La información del trazado original fue trasladada a mapas topográficos 1: 50 000, en el año 1 998, tomando como área de influencia de la línea un corredor de 4 Km de ancho, es decir, dos kilómetros a cada lado a partir del eje de la línea. Al trasladar el trazado a estos mapas, se comprobó que el paralelismo a las líneas de transmisión existentes, 230 kVm y 138 kVm, no se manifestaba, ya que los mapas actuales incluyen el trazado detallado de dichas líneas y no de forma esquemática, por lo que la fiabilidad de la información es muy superior al haberse restituido desde las fotografías aéreas.

2. Visitas, y estudios sobre el terreno de la ruta preliminar, recogiendo datos del inventario de las características de las zonas a atravesar y de las primeras modificaciones del trazado, con el fin de mejorar las características socio-económicas, exposición a los riesgos ambientales y de accesibilidad del trazado.
3. Adecuación de los condicionamientos técnicos del proyecto a aspectos ambientales generales, teniendo en cuenta los factores anteriormente mencionados, en coordinación con el equipo técnico. No obstante, se ha de hacer constar que el trazado definitivo dependerá de los resultados que se obtengan cuando se realice el levantamiento topográfico detallado de la línea.

En la realización del Diagnóstico Ambiental Preliminar, se establecieron los condicionantes ambientales presentes incorporándolos al proceso de decisión, siendo discutidos con los equipos técnicos del proyecto en coordinación con el asesor ambiental. Luego de discusiones y comprobación de campo se redefinieron los tramos conflictivos, mejorando el trazado en los tramos en los que se presentaban problemas de diferente índole.

4. Selección, con la intervención de todas las partes implicadas de la opción de trazado de menor impacto en el medio ambiente y de condiciones técnico-económicas adecuadas. Además, la incorporación de nuevos centros de reparto al alcance del Proyecto, puede suponer modificaciones puntuales del trazo, que obligarían a nuevos estudios ambientales en zonas concretas del trazado.

Las fases que restan a partir de este punto son:

5. Levantamiento topográfico preliminar.
6. Análisis de la optimización del trazado, puntualizando los mayores problemas de la ruta y las probables medidas de mitigación en zonas donde no sea posible el cambio de la traza, aplicando las medidas cautelares precisas incluidas en el Plan de Monitoreo.
7. Levantamiento topográfico definitivo.

Los criterios básicos, seguidos en la definición de las alternativas y las modificaciones del trazado original que se han diseñado en los diversos países, fueron asumidos por los propios equipos de trabajo, o bien recomendados por el asesor ambiental, en función de unos criterios de diseño de trazado de líneas, de carácter básicamente ambiental, y que pueden recogerse en el siguiente listado:

- Situar el trazado lo más alejado posible de núcleos urbanos y zonas de mayor densidad poblacional, así como de sitios de interés específico.
- Para conservar la calidad del paisaje, cuando sea posible, el trazado deberá diseñarse por zonas de media ladera para evitar el paso de la línea por puntos

culminantes, impidiendo que las estructuras se recorten contra el cielo. Además, el trazado debería orientarse por las líneas de contraste natural, formadas por la presencia de distintas condiciones topográficas, geológicas o de vegetación, minimizando el impacto visual.

- Evitar en lo posible el paso por áreas de vegetación nativa, o de elevado interés ecológico, principalmente, áreas naturales protegidas o donde existan elementos del patrimonio histórico-cultural o asentamientos de poblaciones indígenas.
- Lo ideal sería diseñar el trazo preferentemente por las zonas agrícolas menos productivas o por áreas abiertas, despejadas, de manera que la afección sobre ecosistemas vegetales sea el mínimo. En el caso que deba atravesar masas boscosas en las que fuera necesario talar árboles para abrir calles, debería analizarse la posibilidad de cambio en la dirección del trazado.
- Se procurará reducir al mínimo el paralelismo con infraestructuras viarias como carreteras o vías férreas, disminuyendo con ello en lo posible el número de observadores potenciales. Además, se procurará apantallar u ocultar la línea, aprovechando colinas o pequeñas masas forestales próximas, situándola detrás de estos obstáculos visuales.
- Debe evitarse la generación de daños directos en zonas de nidificación de especies protegidas y en particular por áreas catalogadas como hábitat natural de especies de interés.
- Es deseable evitar el paso por las proximidades de grandes cuerpos de agua, que pueden ser utilizados por aves migratorias como zonas de parada o como zonas de paso.

Similar atención merece el criterio para la ubicación de los apoyos o torres de sostén de los conductores.

En mayor detalle, a continuación se presenta el resultado del estudio de alternativas realizado en Costa Rica.

En términos generales, lo que se busca con la aplicación de la metodología antes descrita para la definición de alternativas y la determinación del trazado definitivo es reducir la afección global de la línea, mejorando la traza en los tramos que se prevean más conflictivos, o en aquellos en los que se presentan condicionantes ambientales reseñables.

Con base en ello se revisó el trazado original, definido en Costa Rica en 1988, con el fin de identificar la problemática ambiental que éste presentaba y la posibilidad de su corrección.

En un primer análisis se percibió que el paso de la línea a través del Valle Central, provocaba que ésta se aproximara a San José y su área metropolitana, lo que podía suponer una afección reseñable sobre la población, por ello se procedió a la definición de un trazado totalmente nuevo que evitaba esta zona.

En la determinación del nuevo trazado se siguieron los criterios definidos anteriormente respecto a evitar el paso por zonas sensibles y por la proximidad a centros poblados, igualmente se eludieron los terrenos inestables sometidos a una mayor amenaza volcánica y/o sísmica, las zonas inundables, las áreas inaccesibles, evitando con ello que la línea estuviera sometida innecesariamente a riesgos naturales o que supusiera afecciones graves sobre el entorno natural y social.

Con base a todo ello se ha diseñado un trazado mucho más lineal que el original, más o menos paralelo a la costa, pero lo suficientemente distanciado de ésta, que discurre en su primer tramo en paralelo con la Carretera Panamericana o Interamericana CA-1 y la línea de interconexión con Nicaragua a 230 kVm hasta Esparza, para buscar la carretera Costanera en el resto, eludiendo las zonas de mayor interés presentes a su paso.

En una tercera fase se procedió a redefinir el trazado en aquellos tramos que todavía presentaban alguna problemática, como el paso próximo a La Cruz, o en Liberia, en los que se alejó la línea de estas localidades, o el cruce del Parque Nacional de Guanacaste.

Con respecto a la propuesta original, las primeras modificaciones se dieron buscar alejar la línea del pueblo de La Cruz y al considerar su posible sentido de crecimiento. En este aspecto, La Cruz no podrá crecer más hacia el oeste, teniendo en cuenta que éste se halla limitado por la presencia de un farallón, por lo que cualquier crecimiento de la población se producirá de forma paralela a la Carretera Panamericana y hacia el este.

Por otro lado, en gran parte del trazado de la zona norte se pretende aprovechar el corredor de la actual línea de 230 kVm, procediendo en su momento, de ser necesario y posible, a una ampliación de dicho corredor, de manera que ambas líneas puedan operar óptimamente.

Continuando hacia el sur, se modificó el trazado en su paso por los Parques Nacionales Santa Rosa y Guanacaste. En el análisis de las alternativas viables se tuvo en cuenta que al no poderse evitar el cruce de la línea por alguno de los dos parques, dado que éstos junto con el PN. Rincón de la Vieja, forman una barrera continua perpendicular a la dirección que ha de tener la línea, se consideró conveniente aprovechar el tramo en que la línea actual de 230 kVm cruza el Parque Nacional Guanacaste, proponiéndose la ampliación de su corredor para que ambas líneas operen paralelamente. El nuevo trazado aprovechó únicamente el corredor de la otra línea en el cruce del PN. Guanacaste, ya que la línea de 230 kVm discurría también por el PN. Santa Rosa, pero este parque fue instaurado con anterioridad y cuenta con un mayor reconocimiento nacional e internacional, además de poseer un mayor valor naturalístico, por lo que se ha evitado su ámbito.

El paso de la línea más al este de ambos parques fue considerado pero no resultó conveniente, ya que se acercaría a la Cordillera Volcánica de Guanacaste, incluida también en el Parque Nacional del Volcán Rincón de la Vieja, además de que se espera que en un futuro el PN Guanacaste y el PN Rincón de la Vieja lleguen a constituirse en uno sólo.

El análisis legal llevado a cabo como parte del proyecto indicó que legalmente no era posible el paso de líneas de transmisión eléctrica por parques nacionales. Asimismo,

suministró los elementos de base para definir que la línea SIEPAC podía ubicarse en la misma servidumbre que actualmente tiene el ICE. No obstante que esa posibilidad existió, el ICE no dio la autorización para usar su servidumbre, por lo que la línea seguirá otra ruta.

Al modificarse el trazo línea después de la Cruz toma la carretera que va hacia Upala, luego se interna hacia el oeste bordeando el pie de monte de las montañas del Parque Nacional Rincón de la Vieja y pasa por el sector de Guayabo de Bagaces cerca del proyecto Geotérmico para enlazar con el trazo original en un punto cerca de la carretera interamericana cercano a la subestación Cañas. Este trazo evitó el paso por las cercanías de la ciudad de Liberia y las comunidades al oeste de ésta.

Continuando, la línea se aproxima a la población de Bagaces, pasando al oeste del centro poblado. A partir de este punto, se produjo el cambio más significativo con respecto al trazado original, que planteaba el cruce de la Cordillera de Guanacaste, implicando un cambio de vertiente, bordeando el Embalse Arenal y buscando un paralelismo con la línea Arenal - San Miguel.

El trazado actual continúa paralelo a la costa Pacífica del país, pasando cerca de las poblaciones de Juntas, Miramar, Esparza y Orotina, cruzando la Carretera Panamericana en cuatro puntos y transcurriendo básicamente por áreas de pastizales.

Con posterioridad a este tramo la línea atraviesa en la actualidad por una zona dominada por el Parque Nacional Carara y la Reserva Forestal Cerros de Turrubares, por lo que el trazado se ajustó de manera que no afecte directamente a estas áreas protegidas.

La línea continúa paralela a la costa y a la carretera costanera, atravesando el Valle de Parrita para posteriormente ingresar en la fila costeña con un trazado a media ladera, por pocos centros poblados, hasta llegar a la localidad de Palmar Norte, evitando localidades con importante densidad de población. Se continuó nuevamente en paralelo con la Carretera Interamericana, y con un trazado muy parecido al original. Los cambios efectuados se deben a que la línea originalmente pasaba por zonas inestables, susceptibles a inundaciones y, en algunos casos atravesaba zonas de plantaciones bananeras o de palma africana, con la presencia de tramos que se podrían ver afectados.

Desde Palmar hasta la frontera con Panamá, la línea se trazó a media ladera, evitando afectar a las plantaciones de palma africana y la población de Neily, Paso Canoas y eludiendo el paso cercano al puesto fronterizo de la carretera.

Este trazado posibilita, sin necesidad de adoptar modificaciones relevantes, la entrada de la línea en las tres subestaciones que en la definición definitiva del proyecto se han incluido en el tramo costarricense del Proyecto SIEPAC.

II. Actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA - 2 003)

Si bien es cierto que el trazado de la línea SIEPAC es el que antes se describió, con base en los estudios anteriormente realizados, la presente actualización del estudio de impacto ambiental de 1 997, tiene como uno de sus objetivos la redefinición de ese trazado, con

base en información actualizada y siempre buscando reducir al mínimo el impacto ambiental de la línea.

En el apartado A.5.2 se hace una descripción por tramos homogéneos de la versión final de la ruta.

A.3.5.4. Fases del proyecto a ejecutar.

Las fases para la ejecución de la construcción del proyecto se presentan en el siguiente cuadro adjunto, y corresponden a las actividades señaladas de la No 10 a la 16. Vale destacar que la programación de las mismas es preliminar y puede ser sujeto de algunas modificaciones conforme se verifique el avance de las nueve actividades precedentes.

Pese a lo anterior el inicio de las obras de construcción se tiene previsto para el año 2 005 y su finalización en el mes 10 del año 2007, para un total de 34 meses de proceso constructivo.

La inversión estimada para la fase de construcción es de U.S. \$ 50 600 000,00 con una distribución presupuestaria de \$ 23,75 millones para el año 2 005 \$19,24 millones para el año 2 006 y \$7,69 millones para el año 2 007, en el cuadro de referencia se muestra la inversión para cada una de las actividades a desarrollar durante la fase de construcción.

A.4 Marco Político, Legal y Ambiental Aplicable

A.4.1. Marco Legal Ambiental Aplicable

A.4.1.1. Afectación suelos

La Ley de Uso y Conservación de Suelos establece que el ordenamiento territorial para la conservación de suelos para tierras de uso agro ecológico debe darse con base en un Plan Nacional Manejo y Conservación de Suelos (artículos 11 y 12). A partir de este Plan se deberán elaborar Planes de manejo, conservación y recuperación de suelos por áreas. Para determinar estas áreas se dividirá el país en regiones tomando en cuenta como criterio la subcuenca hidrográfica (Art. 15). Cada región o área contará con un Comité de Área encargado de elaborar, ejecutar y controlar el cumplimiento del Plan. Dentro de estos Comités debe existir un representante de cada una de las municipalidades que tengan jurisdicción en el área correspondiente (Art. 34 y 36).

Dado que las actividades que comprende este estudio de impacto ambiental no implican cambio de uso del suelo pero sí la alteración y afectación de este recurso en especial, se requerirá de autorizaciones especiales por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, conforme al Reglamento de la citada ley.

Según el Decreto No. 31051-MAG-MINAE-S-H-MOPT se establecen como áreas prioritarias para cuencas hidrográficas en la ejecución del Plan Nacional de Manejo y Conservación de Suelos, para el período 2 002-2 004, las siguientes, seleccionadas por la Comisión Técnica Nacional de Uso, Manejo y Conservación de Suelos:

- Damas
- Candelaria Parrita
- Barranca
- Grande de Tárcoles
- Tempisque
- Reventazón
- Savegre
- Banano

Además, existe una directriz del Poder Ejecutivo, basada en la Ley de Protección al Ciudadano del Exceso de Requisitos y Trámites Administrativos, No. 8220 del 4 de marzo del 2 002, es de aplicación a toda la Administración Pública, central y descentralizada, incluso instituciones autónomas y semiautónomas, órganos con personalidad jurídica instrumental y empresas públicas del Estado. Según la misma, actualmente tienen competencia en materia de ordenamiento territorial el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Ambiente y Energía, el Instituto de Vivienda y Urbanismo (INVU) y las Municipalidades, a todos los cuales corresponde otorgar usos conformes de suelo de acuerdo a su ámbito de acción. La directriz especifica que los Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Ambiente y Energía establecerán los mecanismos de

coordinación necesarios entre ellos y con el INVU y las Municipalidades para evitar duplicidades en materia de otorgamiento de uso conforme de suelo tratando de simplificar y unificar trámites, requisitos y procedimientos de manera que ahorren costos en tiempo y dinero al usuario. Además, que, a más tardar el 15 de mayo del 2 003 los Ministros de Agricultura y Ganadería y Ambiente y Energía enviarán un informe al Ministro de Economía, Industria y Comercio, indicando los resultados obtenidos en la simplificación y unificación de estos trámites, requisitos y procedimientos. El Ministerio presentará al Presidente de la República un informe con sus conclusiones y recomendaciones. Esta directriz fue emitida el 12 de febrero del 2 003.

A.4.1.2. Afectación de la vegetación

En el artículo 1 de la Ley Forestal se prohíbe la corta o el aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado.

Además, el artículo 19 de esta ley define que en terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas para (inciso b) llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional.

En estos casos, la corta del bosque será limitada, proporcional y razonable para los fines antes expuestos. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante la Administración Forestal del Estado para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental, según lo establezca el reglamento de esta ley (AFE).

En el caso de terrenos que no sean bosques, según el artículo 27 solo podrán cortarse hasta un máximo de tres árboles por hectárea anualmente en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, después de obtener la autorización del Consejo Regional Ambiental. Si la corta sobrepasare los diez árboles por inmueble, se requerirá la autorización de la Administración Forestal del Estado.

En cuanto a la afectación de la biodiversidad, según el artículo 50 de la Ley de Biodiversidad, las actividades humanas deberán ajustarse a las normas científico técnicas emitidas por el Ministerio y los demás entes públicos competentes, para el mantenimiento de los procesos ecológicos vitales, dentro y fuera de las áreas protegidas; especialmente, las actividades relacionadas con asentamientos humanos, agricultura, turismo e industria u otra que afecte dichos procesos. Será necesaria la presentación de evaluaciones de impacto ambiental cuando se considere que pueden afectar la biodiversidad. Es importante destacar que el artículo 94 de esta ley define que la evaluación del impacto ambiental en materia de biodiversidad debe efectuarse en su totalidad, aun cuando el proyecto esté programado para realizarse en etapas.

Según el Reglamento vigente de la Ley Forestal, la AFE concederá permisos de uso del patrimonio natural y forestal del Estado únicamente a aquellos proyectos que no requieran aprovechamiento forestal y que no afecten los ecosistemas, la vida silvestre, los suelos, los humedales y los sistemas acuíferos, excepto las actividades expresamente permitidas

por la Ley 6084 de Parques Nacionales y la Ley 7317 de La Vida Silvestre. Excepciones adicionales se permitirán únicamente en el interés público y sujeto a un estudio de impacto ambiental y al cumplimiento de sus recomendaciones.

En todos los casos deberán presentar una solicitud donde se estipule el nombre, calidades del solicitante, certificación de constitución y personería y mención del proyecto que solicita ejecutar. La AFE la recibirá y pondrá hora y fecha, le asignará un responsable, quien en un plazo que no podrá ser mayor a diez días y por una única vez, le indicará que otros requisitos deberá cumplir el solicitante, otorgándole un plazo de hasta seis meses para su cumplimiento.

Las personas que deseen realizar aprovechamiento forestal o tala de árboles en terrenos sin bosque y que por sus características no es un sistema agroforestal, podrán decidir si solicitan la autorización ante el Consejo Regional Ambiental o en la Municipalidad donde se encuentre el inmueble, siempre y cuando no superen un total de veinte árboles por año.

La solicitud deberá ser presentada por el propietario o propietaria o poseedor del inmueble según los requisitos que para cada caso establezcan tanto los Consejos Regionales como las respectivas Municipalidades.

Para aquellos casos donde el número de árboles a aprovechar sea superior a veinte árboles, en áreas arboladas excluidas de la definición de bosques, deberá ser tramitado en la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente, debiendo adicionar a los requisitos generales establecidos en este reglamento un inventario que deberá contener, número de especies a cortar, número de individuos a cortar y volumen a extraer. Dicho inventario deberá ser elaborado y firmado por un profesional en ciencias forestales, además se debe elaborar un croquis de la finca indicando la ubicación aproximada de los árboles a cortar.

La solicitud deberá contener una constancia del profesional en la cual establezca que el área no corresponde a un bosque o parte de un bosque según la definición de la Ley, y cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 85 de este reglamento. Recibida la solicitud por la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente, esta verificará los requisitos y entregará el permiso correspondiente sin requerir de inspección previa.

Según la Ley General de Vida Silvestre, para el ejercicio de la extracción y la recolecta de la flora, se requiere de la licencia extendida por el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, la que otorgará el permiso previa consulta con las autoridades y entidades científicas correspondientes y conforme a los procedimientos que establezca el Reglamento de esta Ley.

Permisos de corta en terrenos privados cubiertos de bosque

Marco legal aplicable: Ley Forestal y su Reglamento.

Institución competente: Sistema Nacional de Areas de Conservación (SINAC-AFE)

Requisitos:

- En terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas para los siguientes fines:
 - a. Construir casas de habitación, oficinas, establos, corrales, viveros, caminos, puentes e instalaciones destinadas a la recreación, el ecoturismo y otras mejoras análogas en terrenos y fincas de dominio privado donde se localicen los bosques.
 - b. Llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional.
 - c. Cortar los árboles por razones de seguridad humana o de interés científico.
 - d. Prevenir incendios forestales, desastres naturales u otras causas análogas o sus consecuencias.
- Presentar solicitud a la AFE con el nombre completo, calidades del petente, certificación de personería jurídica en caso de personas jurídicas, expresión clara de lo que pretende o solicita, lugar para recibir notificaciones.

Procedimiento:

- La solicitud será analizada por las autoridades competentes, quienes podrán solicitar el cumplimiento de los requisitos faltantes o la ampliación de alguno en especial, para lo cual otorgará un plazo de treinta días para su cumplimiento.
- La AFE procederá a su resolución definitiva en un período máximo de treinta días naturales. En caso de que exista incumplimiento previa notificación al interesado de los requisitos faltantes, el expediente entrará en un archivo temporal durante los seis meses siguientes al incumplimiento, sin necesidad de emitir acto alguno, pudiendo durante ese plazo reactivar el expediente. Vencido este último plazo se decretará mediante resolución la caducidad del expediente y se archivará el mismo definitivamente. Cualquier gestión posterior sobre ese mismo asunto deberá ser tramitado como una nueva gestión.
- En estos casos, la corta del bosque será limitada, proporcional y razonable para los fines antes expuestos. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante la Administración Forestal del Estado para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental.

Aprovechamiento de bosque mediante plan de manejo

Marco legal aplicable: Ley Forestal y su Reglamento.

Institución competente: Sistema Nacional de Areas de Conservación (SINAC-AFE)

Requisitos:

- Los bosques podrán aprovecharse solo si cuentan con un plan de manejo que contenga el impacto que pueda ocasionar sobre el ambiente.

- Los planes de manejo forestal deberán ser elaborados por un profesional en ciencias forestales, incorporado a su colegio.
- La ejecución estará a cargo de un regente forestal, quien tendrá fe pública y será el responsable de que se cumplan. Para ello, deberá depositar una póliza satisfactoria de fidelidad. Ambos funcionarios responderán por sus actuaciones en la vía penal y solidariamente en la civil.

Procedimiento:

- Para el aprovechamiento maderable de los bosques será necesario la elaboración de un plan de manejo siguiendo los criterios de sostenibilidad oficialmente aprobados. El plan de manejo debe tener una estructura que contenga un Plan General, en el que se debe presentar una evaluación de los posibles impactos del aprovechamiento específicamente referidos al impacto sobre la masa residual y el suelo, así como sus correspondientes medidas de mitigación. Además deberá contener una amplia justificación sobre la definición del ciclo de corta y de la intensidad de corta, así mismo definir las medidas de protección y vigilancia a desarrollar durante el plazo del plan de manejo. El Plan General se complementa con Planes Operativos en los que se deben censar y ubicar en un plano los árboles a extraer, los árboles portadores, la infraestructura de extracción, y la red hídrica, así mismo se deben detallar las medidas para mitigar el impacto de las operaciones. Si el aprovechamiento forestal se ejecutase en varios períodos de intervención, en el plan operativo deben clarificarse las diferentes unidades y la programación de las cortas.
- Presentación en la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente de una solicitud para la aprobación del plan de manejo, firmada por el petente y cumpliendo con los requisitos establecidos en el capítulo décimo sexto de este Reglamento.
- Después de recibida la solicitud, la Oficina Sub-Regional del AC le asignará y entregará al funcionario responsable la tramitación y evaluación, quien deberá verificar que la misma cumpla con los requisitos solicitados, para ello tendrá un plazo de ocho días naturales desde que esta es recibida.
- Si existen requisitos faltantes procederá de conformidad con el artículo 264 de la Ley General de Administración Pública, caso contrario aprobará el plan de manejo mediante resolución administrativa en un plazo máximo de 30 días. Para emitir la resolución de aprobación no es requisito la visita de inspección previa, excepto que por razones fundamentadas, la AFE requiera hacerla, la misma deberá realizarla dentro del plazo de ocho días.
- La resolución de aprobación, debe contener los datos del petente, citas de inscripción de la propiedad cuando se trate de inmuebles inscritos o ubicación en caso de posesión, reseña de la solicitud, área del proyecto y otros de interés. Esta resolución debe ser recibida por el petente y fungirá como permiso de aprovechamiento forestal, por la vigencia del plan de manejo.

Permiso de corta en terrenos de uso agropecuario y sin bosque

Marco legal aplicable: Ley Forestal y su Reglamento.

Institución competente: Sistema Nacional de Areas de Conservación (SINAC-AFE)

Requisitos:

- Presentar solicitud.
- Las plantaciones forestales, incluidos los sistemas agroforestales y los árboles plantados individualmente y sus productos, no requerirán permiso de corta, transporte, industrialización ni exportación. (Art. 28 Ley Forestal)
- Solo podrán cortarse hasta un máximo de tres árboles por hectárea anualmente en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, después de obtener la autorización del Consejo Regional Ambiental. Si la corta sobrepasare los diez árboles por inmueble, se requerirá la autorización de la Administración Forestal del Estado.
- Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las siguientes áreas de protección:
 - a. Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
 - b. Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
 - c. Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.
 - d. Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por el AyA y el SENARA.
- Esta prohibición no rige para proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. Los alineamientos que deban tramitarse en relación con estas áreas, serán realizados por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

Procedimiento:

- La solicitud deberá ser presentada por el propietario o propietaria o poseedor del inmueble según los requisitos que para cada caso establezcan los Consejos Regionales.
- En un plazo de diez días los Consejos Regionales Ambientales deberán resolver y extender los permisos de corta y transporte, y remitir copia de la documentación a la AFE.
- Contra los actos emitidos por los Consejos Regionales Ambientales y las oficinas de la AFE, cabrá recursos de revocatoria y apelación. En el primer caso será conocida por la misma autoridad y resueltos en un plazo máximo de veinte días. Las apelaciones

serán resueltas por el Ministerio del Ambiente y Energía, quien agotará la vía Administrativa.

- Para aquellos casos donde el número de árboles a aprovechar sea superior a diez árboles, en áreas arboladas excluidas de la definición de bosques, deberá ser tramitado en la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente, debiendo adicionar a los requisitos mencionados un inventario que deberá contener, número de especies a cortar, número de individuos a cortar y volumen a extraer. Dicho inventario deberá ser elaborado y firmado por un profesional en ciencias forestales. Además se debe elaborar un croquis de la finca indicando la ubicación aproximada de los árboles a cortar. La solicitud deberá contener una constancia del profesional en la cual establezca que el área no corresponde a un bosque o parte de un bosque y cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 85 de este reglamento. Recibida la solicitud por la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente, ésta verificará los requisitos y entregará el permiso correspondiente sin requerir de inspección previa.²

A.4.1.2.1. Responsabilidad civil

La responsabilidad civil por los daños causados a los elementos de la biodiversidad se define en los artículos 99 y siguientes de la Ley Orgánica del Ambiente y demás disposiciones pertinentes del ordenamiento jurídico.

Según la Ley Forestal, artículo 57 tanto las personas físicas como jurídicas serán responsables, civilmente, por el daño ecológico causado, de acuerdo con lo que establece el artículo 1045 del Código Civil.

A.4.1.3. Afectación de la fauna (incluye avifauna)

Según la Ley General de Vida Silvestre, está prohibida la caza, la pesca y la extracción de fauna y flora continentales o insulares de especies en vías de extinción, con excepción de la reproducción efectuada, "sosteniblemente", en criaderos o viveros que estén registrados en la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, previo el estudio científico correspondiente. Se exceptúan de la prohibición, los aprovechamientos realizados de flora y los productos o los subproductos derivados de estos, no declarados en peligro de extinción, en los bosques sometidos a planes de manejo forestal.

Para efectuar la recolecta, el trasiego y la comercialización de las plantas, deberá cumplirse con los requisitos establecidos por la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, el que otorgará el permiso correspondiente.

La extracción o recolecta de la flora silvestre solamente podrá realizarse mediante los métodos adecuados, que determine la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, previa consulta a las autoridades respectivas

² Es importante mencionar que si existen vedas forestales declaradas vía Decreto, la Ley Forestal contempla prisión de tres meses a tres años para quien las infrinjan (art. 58 Ley Forestal).

A.4.1.4. Afectación de áreas protegidas y áreas de protección especiales.

(Incluye reservas privadas y afectación de escorrentías naturales de aguas, manantiales, ríos, riachuelos, acuíferos o sitios de captación y otros)

A.4.1.4.1. Generalidades

La Ley Forestal 7575, artículo 3, define el área silvestre protegida como el "espacio, cualquiera que sea su categoría de manejo, estructurado por el Poder Ejecutivo para conservarlo y protegerlo, tomando en consideración sus parámetros geográficos, bióticos, sociales y económicos que justifiquen el interés público". El artículo 1 de la Ley Forestal, por su parte dispone que "en virtud del interés público y salvo lo estipulado en el artículo 18³ de esta ley, se prohíbe la corta o el aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado". Con ello queda de manifiesto la importancia que reviste esta temática para la legislación nacional, toda vez que incluso declara de "interés público" la protección de estas áreas.

Por su parte, la LOA en su artículo 32, otorga la atribución al Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Ambiente y Energía, de establecer y administrar áreas silvestres protegidas. Clasifica estas áreas de la siguiente forma:

- a. Reservas forestales.
- b. Zonas protectoras.
- c. Parques nacionales.
- d. Reservas biológicas.
- e. Refugios nacionales de vida silvestre (estatales, mixtos y privados)
- f. Humedales
- g. Monumentos naturales

Como objetivos de la creación, la conservación, la administración, el desarrollo y la vigilancia de las áreas protegidas, el artículo 35 de la LOA menciona:

- a. Conservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
- b. Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción...
- c. Asegurar el uso sostenible de los ecosistemas y sus elementos, fomentando la activa participación de las comunidades vecinas.

³- Artículo 18: En el patrimonio natural, el Estado podrá realizar o autorizar labores de investigación, capacitación y ecoturismo, una vez aprobadas por el Ministro del Ambiente y Energía, quien definirá, cuando corresponda, la realización de evaluaciones del impacto ambiental, según lo establezca el reglamento de esta ley.

- d. Promover la investigación científica, el estudio de los ecosistemas y su equilibrio, así como el conocimiento y las tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos naturales del país y su conservación.
- e. Proteger y mejorar las zonas acuíferas y las cuencas hidrográficas, para reducir y evitar el impacto negativo que puede ocasionar su mal manejo.
- f. Proteger los entornos naturales y paisajísticos de los sitios y centros históricos y arquitectónicos, de los monumentos nacionales, de los sitios arqueológicos y de los lugares de interés histórico y artístico, de importancia para la cultura y la identidad nacional. " ⁴

En el caso de parques nacionales, reservas biológicas o refugios nacionales de vida silvestre estatales, los terrenos se adquieren por compra, expropiación o ambos procedimientos, previa indemnización. Las fincas particulares que se encuentran en parques nacionales, reservas biológicas, refugios de vida silvestre, reservas forestales y zonas protectoras, quedarán comprendidas dentro de las áreas silvestres protegidas estatales, a partir del momento en que se haya efectuado legalmente su pago o expropiación, salvo cuando en forma voluntaria se sometan al régimen forestal (Art. 37 LOA).

En los casos de reservas forestales, zonas protectoras, refugios de vida silvestre mixtos y humedales, los predios o sus partes también podrán comprarse o expropiarse, salvo que, por requerimiento del propietario, se sometan voluntariamente al régimen forestal. Esa sujeción será inscrita en el Registro Público de la Propiedad, como una afectación al inmueble. (Art. 37 LOA)

La superficie de las áreas silvestres protegidas, patrimonio natural del Estado, cualquiera sea su categoría de manejo, sólo podrá reducirse por ley de la República, después de realizar los estudios técnicos que justifiquen esta medida. (Art. 38 LOA)

La vigilancia e inspección de las actividades realizadas dentro de las ANP estatales está a cargo de los funcionarios del MINAE, mientras que la vigilancia de las ANP privadas queda a cargo de sus propietarios. Vale la pena rescatar que los propietarios privados de estas áreas cuentan con procedimientos especiales para asegurar la protección de sus terrenos contra invasores (precaristas). (Art. 36 Ley Forestal).

El artículo 2 de la Ley Forestal faculta al Estado, a través del MINAE, para que pueda establecer áreas protegidas de cualquier categoría en terrenos privados. Estos terrenos podrán ser incorporados voluntariamente a las áreas protegidas, o de haber acuerdo entre las partes, puede ser comprado por el Estado. En caso de no haber consentimiento, los terrenos podrán ser expropiados mediante el procedimiento correspondiente. El Estado también podrá imponer limitaciones a la propiedad que impidan el cambio de uso de suelo y la tala de árboles cuando se determine mediante ley que el terreno es imprescindible para conservar la biodiversidad o el recurso hídrico. Estas restricciones pueden ser inscritas ante el Registro Público.

⁴ La anterior ley Forestal, al regular la temática de las áreas protegidas, distinguía el objetivo de cada una de ellas. La Ley Orgánica del Ambiente señala objetivos comunes para todas las áreas.

En este sentido, la Sala Constitucional ha establecido que la disposición del artículo 2 de la Ley Forestal no deviene inconstitucional. Por el contrario, se encuentra acorde con lo establecido en los artículos 50 y 45 de nuestra Carta Magna, por cuanto es posible mediante una ley restringir el derecho de propiedad por razones de conveniencia pública, en este caso, por razones ambientales. Además, las limitaciones que puede establecer el Estado sobre la propiedad no resultan contrarias al principio de proporcionalidad y razonabilidad, ya que cuando una propiedad privada es sometida obligatoriamente al régimen forestal, esta debe ser adquirida mediante compra o expropiación. De hecho, la normativa forestal reconoce que el sometimiento puede ser voluntario, con lo cual el propietario conserva su terreno y puede continuar aprovechándola siempre que cumpla con el plan de manejo correspondiente. Es decir, siempre y cuando observe las limitaciones que pesan sobre su propiedad en razón del régimen de protección.⁵

A.4.1.4.2. Situación particular en el caso de Parques Nacionales:

Afectación del Parque Nacional Guanacaste:

Norma base que aplica:

Fue creado mediante Decreto No. 20516-MIRENEM, publicado en La Gaceta No. 129 del 9 de abril de 1 991. En este parque rigen las prohibiciones y disposiciones establecidas en la ley número 6084 del 24 de agosto de 1 977.

Según tal ley, en su artículo 8, dentro de los parques nacionales, queda prohibido:

- 1) Talar árboles y extraer plantas o cualquier otro tipo de productos forestales.
- 2) Cazar o capturar animales silvestres, recolectar o extraer cualquiera de sus productos o despojos.
- 3) Cazar tortugas marinas de cualquier especie; recolectar o extraer sus huevos o cualquier otro producto o despojo.
- 4) Rayar, marcar, manchar o provocar cualquier tipo de daño o deterioro a las plantas, los equipos o las instalaciones.
- 5) Pescar deportiva, artesanal o industrialmente, salvo el caso previsto en el artículo diez.
- 6) Recolectar o extraer corales, conchas, rocas o cualquier otro producto o desecho del mar.
- 7) Recolectar o extraer rocas, minerales, fósiles o cualquier otro producto geológico.
- 8) Portar armas de fuego, arpones y cualquier otro instrumento que pueda ser usado para cacería.
- 9) Introducir animales o plantas exóticas.
- 10) Pastorear y abrevar ganado o criar abejas.
- 11) Provocar cualquier tipo de contaminación ambiental.
- 12) Extraer piedras, arenas, grava o productos semejantes.
- 13) Dar de comer o beber a los animales.

⁵ Voto No. 1885-96 de las 16 horas 6 minutos del 24 de abril de 1 996.

- 14) Construir líneas de conducción eléctrica o telefónica, acueductos o carreteras o vías férreas.
- 15) Realizar cualquier tipo de actividad comercial, agrícola o industrial.

De forma tal que en este Parque queda prohibido, a pesar de la declaratoria de interés público, el paso de las líneas de conducción de SIEPAC.

Además, no podrán constituirse servidumbres a favor de fundos particulares en terrenos de parques nacionales.

Finalmente cabe apuntar, según el artículo 12, que no podrán otorgarse concesiones de tipo alguno para la explotación de productos de los parques nacionales, ni otorgarse permiso para establecer otras instalaciones que las del Servicio.

Situación de servidumbre preexistente:

Según la Ley de adquisiciones, expropiaciones y constitución de servidumbres del Instituto Costarricense de Electricidad, Ley No. 6313 del 4 de enero de 1979, se declaran de utilidad pública, los bienes inmuebles, sean fincas completas, porciones, derechos o intereses patrimoniales legítimos, que por su ubicación sean necesarios, a juicio del Instituto Costarricense de Electricidad, para el cumplimiento de sus fines. Estos bienes podrán ser expropiados conforme a esta ley, quienquiera que sea su dueño.

En este caso, la servidumbre se inscribe en el Registro Público, incluso se ha definido que el registro de la Propiedad inscribirá la finca o parcela a nombre del expropiante, aunque el inmueble no esté inscrito previamente.

Al parecer en el Parque Nacional Guanacaste nos encontramos con varias servidumbres previamente inscritas antes de su creación. Se trata, según escritura proporcionada por el mismo ICE, de la servidumbre inscrita bajo el Número de folio real 35.814.

Fincas que soportan las servidumbres:

Estas servidumbres están inscritas según las siguientes citas de inscripción:

- No. 35.814, constituida en 1984, servidumbre permanente para el paso de la línea de transmisión de energía eléctrica denominado interconexión Costa Rica-Nicaragua. Con un ancho de 20 metros. Afecta las fincas 25309-000 y 12058-000. Inscrita Tomo 480, Inscripción No. 127.
- No. 35.814 afecta la finca No. 21093-000, servidumbre permanente para paso de la línea de transmisión de energía eléctrica denominada Arenal-Barranca. Inscrita en 1983. Inscripción No. 128
- No. 35.814 afecta la finca No. 46702-000, servidumbre permanente para paso de la línea de transmisión de energía eléctrica denominado Interconexión Costa Rica-Nicaragua. Inscrita en 1984

- No. 35.814 afecta la finca No. 13.734-000 del Partido de Puntarenas.
- No. 35.814 afecta la finca No. 7108-000, servidumbre permanente de paso de líneas aéreas, para transmisión de energía eléctrica, con un ancho de 20 m por 152 de largo. Constituida en 1 983.
- No. 35.814 afecta la finca No. 013.287-000, servidumbre permanente de paso para la transmisión de energía eléctrica denominado Interconexión Costa Rica-Nicaragua. Constituida en 1 983.

Todas estas fincas aparecen inscritas actualmente a nombre de particulares. Sin embargo, la misma servidumbre afecta también, desde 1 985, la finca número 020703-000 que actualmente aparece inscrita a nombre del Estado, formando parte del Parque Nacional Guanacaste.

Una vez que se verifique con exactitud en el campo cuáles son las otras fincas que soportan las servidumbres que luego pasaron a manos del Estado y forman parte del Parque Nacional Guanacaste (compradas por el Estado), podrá determinarse entonces la ruta de afectación de la servidumbre del ICE previamente constituida. Por el momento es claro que la ruta y condiciones de la servidumbre están inscritas en la finca 020703-000 únicamente.

Derecho para usar tales servidumbres para las líneas de transmisión de SIEPAC:

Las servidumbres constituidas según la Ley de adquisiciones, expropiaciones y constitución de servidumbres del Instituto Costarricense de Electricidad, Ley No. 6313 del 4 de enero de 1 979 aplican ahora para este proyecto, pues la misma ley define que las mismas aplican para el cumplimiento directo o indirecto de cualquier otro fin encomendado al ICE. Caso en el cual nos encontramos en el proyecto en estudio (SIEPAC). Puesto que según el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, Ley 7848-A de 20 de noviembre de 1 998, se prevé la constitución de una empresa destinada a mantener el sistema de transmisión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países. Una empresa que podrá ser de capital público o mixto (Empresa propiedad de la Red, EPR). Esta ley determinó que el ente público que asumiría los derechos y obligaciones del Estado costarricense respecto del Tratado sería el ICE y le autoriza a constituir la empresa propiedad de la red eléctrica, a que se refiere el artículo 15 del Tratado, en calidad de accionista.

Es muy importante destacar que en este tratado se define en su artículo 16 que, de acuerdo con los procedimientos legales de cada país, cada Gobierno otorga el respectivo permiso, autorización o concesión, según corresponda, a la EPR para la construcción y explotación del primer sistema de interconexión regional. Esta Empresa, de la cual el ICE es accionista, puede ahora aprovechar las servidumbres ya constituidas a favor del ICE mismo (las ya explicadas) ya que ese mismo tratado define que, de acuerdo con los procedimientos legales de cada país, cada Gobierno se compromete a otorgar

autorizaciones, permisos o concesiones, según corresponda, para futuras expansiones de las redes de transmisión regional a la EPR u otras empresas de transmisión regional.

Otras posibilidades:

Fundamento en declaratoria de conveniencia nacional:

En algunos casos particulares ya se ha afectado algunos parques nacionales para este tipo de proyectos, en especial para torres de comunicación y de transmisión de energía eléctrica, por ejemplo en Cordillera Volcánica Central y en el Parque Braulio Carrillo más recientemente.

El fundamento legal aplicado en estos casos se basa en el artículo 19 de la Ley Forestal, el cual estipula que en terrenos cubiertos de bosque, no se permitirá cambiar el uso del suelo, ni establecer plantaciones forestales. Sin embargo, la Administración Forestal del Estado podrá otorgar permiso en esas áreas para los siguientes fines:

b) Llevar a cabo proyectos de infraestructura, estatales o privados, de conveniencia nacional.

En estos casos, la corta del bosque será limitada, proporcional y razonable para los fines antes expuestos. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante la Administración Forestal del Estado para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental, según lo establezca el reglamento de esta ley.

Debemos recordar que según el Tratado de Interconexión Eléctrica ya mencionado, en su artículo 32 se declara de interés público las obras de infraestructura eléctrica necesarias para las actividades del mercado eléctrico regional. Por ello pudiera interpretarse que la construcción de las líneas de transmisión eléctrica de SIEPAC podría caer dentro de este enunciado.

También el artículo 33 y 34 de la misma Ley Forestal definen que en las áreas de protección de nacientes, riberas de los ríos, quebradas o arroyos y lagos, así como en las áreas de recarga acuífera, está prohibida la corta o eliminación de árboles, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. Caso en el cual nos encontramos con este proyecto.

Según el artículo 2 del Reglamento a la Ley Forestal se entiende por Conveniencia Nacional: Las actividades de conveniencia nacional son aquellas relacionadas con el estudio y ejecución de proyectos o actividades de interés público efectuadas por las dependencias centralizadas del Estado, las instituciones autónomas o la empresa privada, que brindan beneficios a toda o gran parte de la sociedad tales como: captación, transporte y abastecimiento de agua oleoductos; construcción de caminos; generación, transmisión y distribución de electricidad; transporte; actividades mineras; canales de riego y drenaje; recuperación de áreas de vocación forestal; conservación y manejo sostenible de los bosques; y otras de igual naturaleza que determine el MINAE según las necesidades del país.

Sin embargo, creemos que esta posibilidad aplica para terrenos con bosque y estas áreas especiales de protección del recurso hídrico, pero en el caso de Parques Nacionales la ley expresamente lo prohíbe. Por tanto, autorizaciones con este fundamento podrían ser impugnadas, por ejemplo, mediante un recurso de amparo en la Sala Constitucional.

Usar carretera nacional como paso por los Parques Nacionales Santa Rosa o Carara:

La otra posibilidad es usar la carretera que cruza en el límite de los Parques para construir ahí la línea de transmisión eléctrica. Según el artículo 19 de la Ley General de Caminos Públicos (Ley No. 5060 del 22-08-1 972 y sus reformas) se podrán realizar construcciones frente a las carreteras existentes previa autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Además esta ley estipula que los postes utilizados en la transmisión de fuerza eléctrica y los que soporten hilos telegráficos o telefónicos, no podrán colocarse a una distancia menor de seis metros del centro de los caminos. Los que estuvieren colocados a menor distancia u obstaculicen futuras ampliaciones, deberán ser trasladados en cuenta se produzca requerimiento del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o de las Municipalidades.

Para la colocación de una nueva postería para la transmisión de fuerza eléctrica o para telégrafos o teléfonos, se debe pedir autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o a la respectiva Municipalidad, según se trate de carreteras o caminos vecinales.

Por tanto, está abierta esta posibilidad para el proyecto que nos ocupa.

A.4.1.4.3. Situación particular en el caso de Zonas Protectoras

Se encuentran conformadas por los bosques y terrenos de aptitud forestal, cuyo objetivo principal es la protección del suelo, la regulación del régimen hidrológico y la conservación del ambiente y de las cuencas hidrográficas –Art. 35 Ley Forestal 7174*)

Cabe destacar además que si bien la Ley Forestal no establece definiciones acerca de la categoría de áreas protegidas, en el numeral 33 tutela las denominadas "áreas de protección", sobre las que establece una serie de características. En general el artículo dispone que:

"Se declaran áreas de protección las siguientes:

- a. Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
- b. Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
- c. Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

- d. Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley".

La corta o eliminación de árboles en las áreas de protección está prohibida, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. (Art. 34 Ley Forestal)

A.4.1.4.4. Situación en caso de Refugios Nacionales de Vida Silvestre

La Ley de Conservación de la Vida Silvestre, en su artículo 2, define como "Área de Manejo de Vida Silvestre" las áreas silvestres que proveen algún grado de manejo y protección a la vida silvestre". Así, establece la categoría denominada Refugios de Vida Silvestre. Su objetivo es la protección e investigación de la flora y fauna silvestres, en especial las que se encuentren en vías de extinción.⁶ Son refugios nacionales de fauna y vida silvestre, los que el Poder Ejecutivo declare o haya declarado como tales, para la protección e investigación de la flora y la fauna silvestres, en especial de las que se encuentren en vías de extinción. Se prohíbe la extracción de la flora y la fauna silvestre, continental e insular, en los refugios nacionales de vida silvestre, con excepción del manejo y la extracción para viveros o zoológicos, previa realización de los correspondientes estudios científicos técnicos. (Art. 83 LCVS)

Existen tres clases de refugios nacionales de vida silvestre (Art. 82 LCVS):

- a. Refugios de propiedad estatal.
- b. Refugios de propiedad mixta.
- c. Refugios de propiedad privada.

Por el numeral 58, ya citado, se penaliza con prisión de tres meses a tres años a quien invada un área de conservación o protección, cualquiera que sea su categoría de manejo, u otras áreas de bosques o terrenos sometidos al régimen forestal, cualquiera que sea el área ocupada, independientemente de que se trate de terrenos privados del Estado u otros organismos de la Administración Pública o de terrenos de dominio particular. Asimismo a quien aproveche los recursos forestales en terrenos del patrimonio natural del Estado y en las áreas de protección para fines diferentes de los establecidos en esta ley.

Los recursos naturales comprendidos dentro de los refugios nacionales de vida silvestre, quedan bajo la competencia y el manejo exclusivo de la Dirección General de Vida Silvestre del Ministerio de Ambiente y Energía (ahora SINAC).

Las personas físicas o jurídicas que deseen realizar actividades o proyectos de desarrollo y de explotación de los recursos naturales, comprendidos en los refugios de tipo b y c, requerirán de la autorización del SINAC. Dicha autorización deberá otorgarse con criterios de conservación y de estricta "sostenibilidad" en la protección de los recursos naturales y se analizará mediante la presentación de una evaluación de impacto de la acción por

⁶- Artículo 82 de la ley de Conservación de la Vida Silvestre.

desarrollar (Art. 82 LCVS). Esta evaluación deberá ser realizada siguiendo la metodología técnico científica que se aplica al respecto. Esta evaluación será costeadada por el interesado y será elaborada por profesionales competentes en el campo de los recursos naturales.

Por tanto, si el proyecto atraviesa un Refugio de Vida Silvestre, tendría que aplicarse esta autorización especial.

Es preciso retomar la norma del Reglamento a la Ley de Vida Silvestre, en el sentido que la administración de los Refugios de Propiedad Estatal corresponderá en forma exclusiva a la DGVS y los Refugios de Propiedad Mixta será compartida entre los propietarios y la institución. La administración de los Refugios de Propiedad Privada corresponderá a los propietarios de los inmuebles y será supervisada por la DGVS. En cualquiera de los casos la administración responderá a la respectiva planificación (plan de manejo).

Según el artículo 81 de este Reglamento, la DGVS, podrá autorizar dentro de los límites de los Refugios de Propiedad Mixta, y Refugios de Propiedad Privada, de conformidad con los principios de desarrollo sostenible planteados en los planes de manejo, las siguientes actividades:

h) "Otros fines de interés público o social y cualquier otra actividad que la DGVS considere pertinente compatibles con las políticas de Conservación y desarrollo sustentable."

Según el artículo 82 de este Reglamento, para los efectos del artículo 17 de la ley 7317, se entenderá como figura jurídica: contratos, derechos de uso, licencias, concesiones, convenios y cartas de entendimiento.

Además, según el artículo 83, la DGVS podrá otorgar permisos de uso, en la zona marítima terrestre (zona restringida) comprendida dentro de los límites de los Refugios de Propiedad Mixta. Esta norma aplica en el caso del Refugio Nacional de Vida Silvestre Fernando Castro Cervantes, según el Decreto No. 23123-MIRENEM del 7 de abril de 1994.

En cuanto al procedimiento, nos encontramos que los interesados en realizar actividades de tipo h contempladas en el artículo 82 de este reglamento deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Presentar solicitud por escrito ante las oficinas de la DGVS, en el Área de Conservación que corresponda.
- b. Original y copia de la escritura o derecho de posesión.
- c. Original o copia certificada del plano catastrado. En el caso de que el documento no pueda catastrarse por ausencia de amojonamiento la DGVS solicitará copia de un plano y verificará mediante inspección de campo la posesión y verificación de límites.
- d. Certificación de personería jurídica en caso de sociedades.

- e. Evaluación de impacto ambiental en caso de áreas de cultivo extensivo.

Según el artículo 88, además de los requisitos citados los interesados deberán cumplir en los proyectos turísticos, uso habitacional, vivienda recreativa y desarrollos comerciales las siguientes disposiciones.

- a. Los desarrollos no podrán exceder la densidad de 20 plazas por hectárea.
- b. El factor de ocupación del suelo en terrenos con una extensión de:
1. Hasta 500 m² será del 50%.
 2. Mayores de 501 m² pero menores de 1 000 m² será del 35%.
 3. Mayores de 1 001 m² pero menores de 5 000 m² será de 30%.
 4. De 5 001 m² a una hectárea será 25%.
 5. Mayores de una hectárea pero menores de 10 Ha. será 20%.
 6. Mayores de 10 Ha. pero menores de 20 Ha. será de 10% y
 7. De 20 a 50 Ha. será 5% y mayores de 50 Ha. será el 3%.
- c. Los m² autorizados de construcción dentro del área liberada por el factor de ocupación, será de 20 m² por plaza.
- d. Los jardines diseñados deberán contar exclusivamente con especies autóctonas de los refugios.
- e. Las construcciones no deberán presentar paños de vidrio que excedan los 1,5 m² y deberán contar con sistema de protección para aves.
- f. Bajo ninguna circunstancia se autorizará la instalación de discotecas, salones de baile u otro establecimiento que conlleve la instalación de equipos sonoros que a criterio de la Administración del refugio ocasione disturbios a la fauna del lugar a cualquier hora del día.
- g. Las construcciones deberán ser de una planta y con una altura máxima de 5 m medidos desde el piso. Bajo ninguna circunstancia se autorizará construcciones de más de una planta, a excepción de vivienda habitacional.
- h. Todo desarrollo deberá contar a la hora de hacer la solicitud con el diseño de las plantas de tratamiento para las aguas servidas, las aguas negras y el sistema de manejo de los desechos sólidos.

- i. Todo desarrollo deberá contar con los equipos necesarios y un plan para actuar en caso de incendio.
- j. No se autorizará ningún desarrollo que conlleve la construcción de sistemas artificiales (lagos, lagunas, represas, etc.), excepto que se presenten los estudios técnicos que lo justifique.
- k. No se permitirá que las vías de acceso a los desarrollos sean asfaltados.
- l. No se autorizará la construcción de piscinas dentro del área comprendida en la zona marítimo terrestre.
- m. Los sistemas de iluminación exterior deberán estar proyectados hacia el suelo y en las vías de acceso (caminos, senderos, etc.) estarán a una altura de 80 cm sobre el suelo y siempre dirigiendo su haz de luz hacia abajo.
- n. Bajo ninguna circunstancia se autorizarán reflectores dirigidos hacia el bosque o la playa.
- o. Durante el proceso de construcción se deberá empezar con la construcción de las plantas de tratamiento y el sistema de agua potable.
- p. Toda actividad de construcción deberá mantenerse en un perímetro no mayor de 10 metros del límite exterior de las edificaciones o vías de acceso. En caso de construcción de senderos éste no deberá ser mayor a los dos metros de ancho.
- q. No se permitirá la construcción de senderos de cemento, asfalto u otro material similar, excepto el block-zacate.
- r. La disposición final de los residuos de excavaciones y construcciones deberá hacerse en coordinación con la Administración del refugio.

Por su parte el artículo 89 define que la DGVS percibirá los cánones por concepto de permisos de uso en la zona restringida dentro de los límites de los Refugios Nacionales de Vida Silvestre de Propiedad Mixta.

La DGVS será el órgano responsable de coordinar con la Oficina de Tributación Directa del Ministerio de Hacienda, los trámites que sean necesarios, cuando lo amerite, para atender las solicitudes de avalúos, revisión de los mismos, indicar los ajustes en las tablas y actualizar los registros correspondientes.

Los criterios generales sobre los cuales la Oficina de Tributación Directa establecerá el avalúo en detalle como un requisito para el otorgamiento o renovación de permisos especiales de uso, serán los siguientes:

- a. Características generales del sector, en especial de su tipo de desarrollo.
- b. Aspectos propios de cada lote o terreno: ubicación, extensión, acceso, topografía, condiciones ecológicas (presencia y tipo de bosque, presencia permanente o temporal de especies de fauna de interés científico o en vías de extinción, otros).
- c. Existencia o no de planes reguladores dentro del área, especialmente de la zona costera.
- d. De acuerdo al tipo de uso que se hace o hará del terreno, de acuerdo con las especificaciones descritas en el artículo 82 de este Reglamento.
- e. Tiempo de ocupación del terreno por el solicitante.
- f. Utilización de terrenos con fines de recuperación ecológica en áreas alteradas.

También se autoriza al Poder Ejecutivo para establecer refugios nacionales de vida silvestre dentro de las reservas forestales y en los terrenos de las instituciones autónomas o semiautónomas y municipales, previo acuerdo favorable de éstas. También podrán establecerlos en terrenos particulares, previa autorización de su propietario. En caso de oposición de este, deberá decretarse la correspondiente expropiación. (Art. 84 LCVS)

Los propietarios de terrenos que reúnan las condiciones idóneas para el establecimiento de refugios de vida silvestre, podrán solicitarle al SINAC su clasificación como tales. Hecha la clasificación correspondiente, de acuerdo con las pautas establecidas en el Reglamento de esta Ley, las áreas quedarán bajo la administración de la Dirección General de Vida Silvestre, para los efectos de la conservación de la vida silvestre. Los terrenos así afectados estarán exentos del pago del impuesto territorial. (Art. 87 LCVS)

A.4.1.4.5. Situación particular en caso de humedales

Los humedales son los ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas hasta el límite posterior de fanerógamas marinas o arrecifes de coral o, en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja.⁷ A nivel nacional fueron regulados como una categoría especial desde 1992, mediante el Decreto Ejecutivo No. 22550 del MIRENEM, a través del cual se declara a los Manglares como objeto de protección de la Ley de Conservación de la Vida Silvestre.

A.4.1.4.6. Situación particular en caso de Monumentos Naturales (únicas áreas en administración de las Municipalidades)

Son áreas que contienen uno o varios elementos naturales de importancia nacional. Consistirán en lugares u objetos naturales que, por su carácter único o excepcional, su

⁷ Artículo 40 de la Ley Orgánica del Ambiente

belleza escénica o su valor científico, se resuelva incorporarlos a un régimen de protección. Estos son administrados por las municipalidades respectivas (Art. 33 LOA)

A.4.1.4.7. Situación particular en caso de fincas sometidas a régimen forestal:

La propiedad forestal privada se define como “el conjunto de derechos y obligaciones que le asisten al particular para el aprovechamiento del recurso forestal, que se manifiesta a través de las actividades de corta, extracción, transporte, comercio y/o industrialización de productos maderables.” Siendo su característica principal el sometimiento de la propiedad a un régimen forestal, que busca lograr el aprovechamiento del recurso forestal dentro del marco del desarrollo sostenible. Tanto personas físicas como jurídicas pueden ser titulares de este derecho.

Cuando el dueño de la tierra solicita este régimen y el Gobierno acepta dicha solicitud, está aceptando voluntariamente cumplir con obligaciones establecidas en la Ley Forestal, que básicamente establecen que debe proteger su terreno en forma privada. Este régimen crea obligaciones personales (no reales) que deben ser respetadas para poder continuar con este tipo de categoría. No obstante lo anterior, este tipo de régimen se inscribe temporalmente en el título en el Registro de la Propiedad.

El propietario de la tierra solicita al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) por medio de la oficina más cercana del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la inscripción en este régimen. Por ello las partes son:

- a. El dueño registral de la tierra
- b. El SINAC por el Área de Conservación respectiva
- c. El propietario registral de la tierra (sus empleados o familiares) es el responsable del cuidado y manejo de la propiedad, de acuerdo a lo establecido en la Ley Forestal No. 7575.

El numeral 36 de la Ley Forestal, indica en relación con la ocupación o invasión de áreas privadas sometidas al régimen forestal la obligación de un trámite expedito para desalojar a los invasores de tales terrenos. El artículo dice de la siguiente forma:

“Las autoridades de policía deberán desalojar a quienes invadan inmuebles sometidos voluntariamente al régimen forestal o dedicados a la actividad forestal, a solicitud del titular del inmueble o su representante y, previa prueba del sometimiento voluntario del inmueble al régimen forestal. La prueba se materializará por medio de certificación de inscripción, extendida por la Administración Forestal del Estado o el Registro Público. Las autoridades de policía dispondrán de un plazo máximo de cinco días para ejecutar el desalojo y presentar las denuncias ante los tribunales competentes.”

Se exceptúan de esa norma los casos de desalojo que se encuentren en conocimiento de las autoridades judiciales y las invasiones originadas antes del sometimiento al régimen forestal voluntario.

A.4.1.4.8. Situación particular en caso de protección del recurso hídrico:

Las Áreas de Protección del Recurso Hídrico se constituyen en zonas geográficas que por sus características y ubicación son indispensables de proteger para salvaguardar el recurso hídrico específicamente. Existen diversos tipos de áreas, regulados por diferentes normativas. Algunas constituyen limitaciones a la propiedad que deben ser soportados por todos los propietarios y otras áreas, para exigir que los terrenos se conviertan en dominio público, requieren de expropiación.

A continuación, se describe brevemente alguna de la normativa relativa a este tipo de áreas y que por su contenido son de importancia para el presente estudio. Cabe señalar que en general el ente rector en materia de protección del recurso hídrico y de estas áreas es el MINAE. Sin embargo, el Instituto de AYA tiene importantes competencias en la administración, protección y determinación de estas áreas, por lo que deviene una obligación de colaboración entre ambos entes⁸.

A su vez las municipalidades tienen importantes competencias en materia de planificación urbana y otorgamiento de permisos de construcción y funcionamiento que les otorgan un papel trascendental en la protección y el establecimiento de las áreas que se señalan a continuación.

A.4.1.4.8.1. Área de recarga acuífera:

En este sentido, se puede mencionar que las áreas de recarga acuífera se definen como:

“Superficies en las cuáles ocurre la infiltración que alimenta los acuíferos y cauces de los ríos, según eliminación establecida por el Ministerio de Ambiente y Energía por su propia iniciativa o a instancia de organizaciones interesadas. Para declarar un área de recarga acuífera el Ministerio de Ambiente y Energía debe consultar con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados y con el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento”.⁹

Dentro de estas áreas¹⁰, está totalmente prohibido la corta o eliminación de árboles, excepto en los proyectos declarados por el Ejecutivo como de conveniencia nacional¹¹. Además, si estas áreas estuvieran dentro de terrenos declarados como áreas silvestres protegidas, también se aplicarían las restricciones establecidas en los artículos 1 y 18 de

⁸ Ver en este sentido el dictamen de la Procuraduría C-019-98 del 6 de febrero de 1998.

⁹ Ley Forestal, artículo 3, inciso l, reformado por la Ley de Biodiversidad 7788 artículo 114.

¹⁰ Las restricciones o limitaciones impuestas para estas áreas de protección se aplican, sin distinción a todas las áreas descritas en el artículo 33 de la Ley forestal

¹¹ La definición de “conveniencia nacional” se encuentra en el artículo 3 inciso m. De la Ley Forestal N. 7575, así adicionado por el artículo 114 de la Ley de Biodiversidad N. 7788: “ Actividades realizadas por las dependencias centralizadas del Estado, las instituciones autónomas o la empresa privada, cuyos beneficios sociales sean mayores que los costos socio ambientales. El balance deberá hacerse mediante los instrumentos apropiados.”

la Ley Forestal. Los alineamientos que deban tramitarse en relación con estas áreas, serán realizados por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.¹²

Quienes transgredan la prohibición de cortar árboles en estas áreas de protección, pueden ser denunciados por delito, siendo además responsables civilmente, por el daño ecológico causado, de acuerdo con lo que establece el artículo 1405 del Código Civil (artículo 57 de la Ley Forestal). Según el artículo 58 de la Ley se impondrá prisión de tres meses a tres años a quien invada un área de protección, o aproveche los recursos forestales para fines diferentes a los establecidos en esta ley. Por otro lado, el artículo 61 inciso c) de la Ley Forestal impone prisión de un mes a tres años a quien realice actividades que impliquen cambio en el uso de la tierra, contrario a lo estipulado en el artículo 19 de la misma ley, la cual no permite cambiar el uso de terrenos cubiertos de bosque, salvo permiso expreso del Estado para construcción de infraestructura con fines específicos, prevención de incendios forestales, o corta de árboles por razones de seguridad humana o de interés científico.

A.4.1.4.8.2. Disposiciones especiales de protección de áreas que rodean cauces de agua.

Cuadro A.4.1. Disposiciones Especiales de Protección de Areas que Rodean Cauces de Agua.

Ley que las Define	Definición de las Areas	Medidas Especiales para las Areas	Institución Competente
Ley de Aguas	-Área de sesenta metros alrededor de manantiales que nazcan en cerros -Área de 50 metros alrededor de manantiales que nazcan en terrenos planos	-Prohibición expresa de destruir, tanto en los bosques nacionales como en los particulares, los árboles situados en esas áreas (Art. 149) La infracción a lo dispuesto en esta norma, obliga al infractor a reponer los árboles destruidos y lo sujeta a la pena de 200 a 500 colones. En el caso de reincidencia o cuando el número de árboles cortados exceda de cinco, la pena será de arresto de dos a seis meses (art. 165) Igualmente esta ley prohíbe a las municipalidades enajenar, hipotecar o comprometer las tierras que posean en las márgenes de ríos, arroyos o manantiales o en cuencas u hoyas hidrográficas en que broten manantiales o en que tengan sus orígenes o cabeceras cualquier curso de agua de que se surta alguna población (en	Según la Ley de Aguas es AyA Según la Ley Forestal es el MINAE

¹²Ley Forestal, artículo 34. Sobre las competencias del INVU en este punto puede consultarse la respuesta de la Procuraduría General de la República a la consulta administrativa realizada por la Junta Directiva del INVU sobre la aplicación de los artículos 33 y 34 de la Ley Forestal No. 7575. Consulta Administrativa C-42-99. Procuraduría Agraria en Febrero de 1 999.

		terrenos planos o de pequeño declive es en una faja de cien metros a uno y otro lado de dichos ríos, arroyos y manantiales, y en las cuencas u hoyas hidrográficas, doscientos cincuenta metros a uno y otro lado de la depresión máxima, en toda la línea, a contar de la mayor altura inmediata (Art. 154 Ley de Aguas).	
Ley Forestal	-Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal -Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado -Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales.	En estas áreas de protección se prohíbe la corta o eliminación de árboles, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional.	El MINAE
Ley General de Salud	Aguas superficiales y subterráneas que se utilizan para abastecimiento de agua potable.	Prohibición general de contaminar esas aguas, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o desechos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación	Ministerio de Salud y AyA

A.4.1.4.8.3. Zonas de protección especial del recurso hídrico:

A continuación, presentaremos una serie de disposiciones dispersas en diferentes leyes que permiten el establecimiento de zonas de protección, con el objetivo de proteger el recurso hídrico:

Cuadro A.4.2. Disposiciones Dispersas en Diferentes Leyes que Permiten el Establecimiento de Zonas de Protección, con el Objetivo de Proteger el Recurso Hídrico:

Normativa	Contenido
Art. 31 Ley de Aguas	<p><u>Reservas de dominio a favor de la nación para la protección del recurso hídrico:</u></p> <p>“Se declaran como reserva de dominio a favor de la nación:</p> <p>a) Las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable en un perímetro no menor de doscientos metros de radio;</p> <p>b) La zona forestal, que protege o debe proteger el conjunto de terrenos en que se produce la infiltración de aguas potables, así como la de las que dan asiento a cuencas hidrográficas y márgenes de deposito, fuentes surtidoras o cursos permanentes de las mismas aguas.”</p> <p>Cabe mencionar que para que estas áreas puedan convertirse en reserva de dominio a favor de la nación deben ser expropiadas. La declaratoria de expropiación puede provenir del Ministerio de Ambiente y Energía o del Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Cuando exista un peligro de contaminación inminente estas áreas podrán ser ampliadas de acuerdo a las necesidades del caso. (Art. 32 de la Ley de Aguas)</p>
Art. 154. Ley de Aguas	<p>La Ley de Aguas prohíbe a las municipalidades enajenar, hipotecar o comprometer las tierras que posean en las márgenes de ríos, arroyos o manantiales o en cuencas u hoyas hidrográficas en que broten manantiales o en que tengan sus orígenes o cabeceras cualquier curso de agua de que se surta alguna población. Tal prohibición tiene los siguientes alcances: en terrenos planos o de pequeño declive, la prohibición abrazará una faja de cien metros a uno y otro lado de dichos ríos, arroyos y manantiales, y en las cuencas u hoyas hidrográficas, doscientos cincuenta metros a uno y otro lado de la depresión máxima, en toda la línea, a contar de la mayor altura inmediata.</p>
Art. 2 de la Ley de Agua Potable	<p>“Son del dominio público todas aquellas tierras que tanto el Ministerio de Obras Públicas como el Ministerio de Salubridad Pública, consideren indispensables para construir o para situar cualquiera parte o partes de los sistemas de abastecimiento de aguas potables, así como para asegurar la protección sanitaria y física, y caudal necesario de las mismas.</p> <p>Corresponde al Ministerio de Salubridad Pública conocer de las solicitudes formuladas para construcción, ampliación y modificación de los sistemas de agua potable y recomendar al Ministerio de Obras Públicas la construcción, ampliación o modificación de aquellas de mayor necesidad, previo estudio de índices de mortalidad, parasitismo y otros”.</p> <p>Este artículo establece la potestad de comprar o expropiar terrenos para proteger el abastecimiento de agua potable o salvaguardar la pureza del agua. Actualmente el ente competente de aplicación de esta ley es el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.</p>
Art. 7 in. g. Ley de Tierras y Colonización	<p>“Mientras el Estado, por voluntad propia o por indicación del Ministerio de Agricultura o del Instituto de Desarrollo Agrario, atendiendo razones de conveniencia nacional, no determine los terrenos que deben mantenerse bajo su dominio, se considerarán inalienables y no susceptibles de adquirirse por denuncia o posesión, salvo los que estuvieren bajo el dominio privado, con título legítimo, los siguientes: ...</p> <p>g) Los terrenos indispensables para el aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas;... Los terrenos que tengan estas características no podrán ser sometidos al procedimiento de titulación de tierras a favor de privados y deberán conservarse como reservas de dominios a favor de la nación.”</p>

<p>Art. 149 de la Ley de Aguas</p>	<p>“Se prohíbe destruir, tanto en los bosques nacionales como en los de particulares, los árboles situados a menos de sesenta metros de los manantiales que nazcan en terrenos planos”.</p> <p>Este artículo de la Ley de aguas puede aplicarse tanto a las nacientes permanentes como a las intermitentes. En este sentido, complementa el artículo 33 inciso a de la Ley Forestal que se refiere a las nacientes permanentes exclusivamente.</p>
------------------------------------	--

También es importante la inclusión de ejemplos sobre la aplicación de normas de zonas de protección del recurso hídrico.

Cuadro A.4.3. Ejemplos Sobre la Aplicación de Normas de Zonas de Protección del Recurso Hídrico.

Tipo de zona	Limitaciones	Instituciones	Limitaciones Prácticas
<p>Art.33 Ley Forestal Inc. a), b) y c)</p>	<p>No cortar árboles en un radio de cien metros en terrenos delimitados en los incisos (riberas de ríos y lagos, nacientes permanentes).</p> <p>Hay obligación de realizar Evaluación de Impacto Ambiental</p>	<p>MINAE directamente protege que no se corten árboles.</p> <p>Municipalidades no deben otorgar ningún permiso a actividades dentro de estas áreas sin previa EsIA y deben impedir la tala de árboles ilegal.</p> <p>El INVU hace los alineamientos</p> <p>SETENA: aprueba las evaluaciones de impacto Ambiental.</p>	<p>El MINAE no tiene capacidad de control. Las municipalidades no conocen la ley ni tienen capacidad de control.</p> <p>El INVU no tiene capacidad de realizar todos los alineamientos.</p> <p>La SETENA no tiene registros de la delimitación exacta de estas Áreas. No hay verdaderas exigencias técnicas relativas a la protección de mantos acuíferos. La SETENA no tiene ninguna capacidad de control.</p>
<p>Art.33 Ley Forestal Inc, d)</p>	<p>Las zonas de recarga acuífera deben ser establecidas mediante decreto ejecutivo por el MINAE previa consulta técnica al AyA y al SENARA</p> <p>En estas áreas no se podrá cortar árboles y cualquier actividad requerirá de previa Evaluación de Impacto ambiental.</p>	<p>MINAE directamente protege, para que una zona de recarga acuífera se reconozca como tal debe existir una declaratoria oficial</p> <p>Municipalidades no deben otorgar ningún permiso a actividades dentro de estas áreas sin previa EsIA y deben impedir la tala de árboles ilegal. Las municipalidades deberían incluir estas zonas como zonas de restricción en los Planes Reguladores Urbanos</p> <p>SETENA: aprueba las evaluaciones de impacto ambiental.</p>	<p>El MINAE no tiene capacidad de control, ni registros. Las municipalidades no conocen la ley ni tienen capacidad de control.</p> <p>La SETENA no tiene registros de la delimitación exacta de estas Áreas. No hay verdaderas exigencias técnicas relativas a la protección de mantos acuíferos para los EsIA. Esta Institución no tiene ninguna capacidad de control.</p>

Tipo de zona	Limitaciones	Instituciones	Limitaciones Prácticas
La zona de 10 metros a la orilla de los ríos cuando el proyecto sea una urbanización	No se puede urbanizar del todo ni cortar árboles dentro de esta zona	Municipalidades, AyA INVU. Ninguna de estas instituciones puede autorizar construcción de urbanizaciones dentro de estas áreas.	No hay capacidad de control. Descuido municipal en parar obras a tiempo
La zona de 10 metros a la orilla de los ríos cuando el proyecto sea una urbanización	No se puede urbanizar del todo ni cortar árboles dentro de esta zona	Municipalidades, AyA INVU. Ninguna de estas instituciones puede autorizar construcción de urbanizaciones dentro de estas áreas.	No hay capacidad de control. Descuido municipal en parar obras a tiempo
La Ley general de Aguas y la Ley de Agua General de Potable, establecen la posibilidad de crear zonas de protección del recurso hídrico de conservación total o dominio público cuando se considere necesario.	La restricción es total y las zonas declaradas de reserva par protección del recurso hídrico pasan a manos del Estado. Pero para esto es necesario expropiar las áreas declaradas como tales.	La potestad de crear este tipo de áreas está en manos del MINAE y del AyA, siendo el ente administrador del área el que la establezca.	La principal limitación en la utilización de estas figuras es la obtención de fondos para realizar las expropiaciones. La ventaja es que de existir el dinero las instituciones no dependen de la voluntad del propietario de vender sino que podrían expropiar directamente.
Artículos 146, 148.	No solo es prohibido cortar árboles si no que los dueños de terrenos a orillas de los cauces de los ríos. Arroyos o manantiales tienen la obligación de reforestar los cinco metros de terreno en todo el trayecto de su propiedad y por ende no deberían construir ni realizar ninguna otra actividad. No se puede cortar árboles a las orillas de calles públicas.	MINAE debe velar por que estas normas se cumplan. Las municipalidades no deben aprobar ninguna construcción o actividad económica dentro de estos cinco metros y deberían exigir su recuperación.	No existen sanciones a estas normas y sobre todo no hay verdadera voluntad institucional de ponerlas en práctica.
Art.154 de la Ley de Aguas	Las municipalidades no pueden vender tierras que tengan aptitud hídrica o que sirvan para protección de mantos acuíferos y cuencas	Las municipalidades	No existe un control de que lo municipios cumplan esta norma, ni sanción efectiva

A.4.1.5. Afectación de regímenes especiales de derecho

A.4.1.5.1. En caso de planes reguladores existentes

De conformidad con lo establecido por el artículo 169 de la Constitución Política y 15 de la Ley de la Planificación Urbana, es competencia de las municipalidades planificar y controlar el desarrollo urbano, dentro de los límites de su territorio. Para cumplir con este

objetivo las Municipalidades pueden implantar planes reguladores en los que podrán determinar - entre otros muchos aspectos (artículo 16 Ley 4240 y sus reformas) - la zonificación del uso de la tierra para vivienda, comercio, industria, educación, recreación, fines públicos y cualquier otro destino pertinente.

“... la planificación urbana es una función inherente a las municipalidades con exclusión de todo otro ente público, salvo lo dicho en cuanto a las potestades de dirección general atribuidas al Ministerio de Planificación y a la Dirección de Urbanismo.”¹³

La Sala Constitucional reconoce el derecho de cada gobierno municipal a disponer lo procedente para implantar un plan regulador, así como los reglamentos de desarrollo urbano conexos, sin perjuicio de extender todos o algunos de sus efectos a otros sectores en el que priven razones calificadas para establecer un determinado régimen contralor.

Concluye que “...cada municipalidad emitirá y promulgará las reglas procesales necesarias para el debido acatamiento del plan regulador y para la protección de los intereses de la salud, seguridad, comodidad y bienestar de la comunidad”.¹⁴

Para implantar un plan regulador en forma total o parcial, las Municipalidades deben seguir el procedimiento establecido en el artículo 17 de dicha ley.

Normalmente los planes reguladores están conformados por:

Los mapas, planos, esquemas y los textos complementarios, que explican y describen la situación actual y futura: físico- territorial, económico y social del cantón.

Los Reglamentos de Zonificación de Uso de Suelo y de vialidad con sus respectivos mapas y anexos, y otros que se incorporen a partir de sus revisiones.

Además de todas las Normas Legales, Reglamentarias sobre Desarrollo Urbano que no se le opongan.

Por tanto, cuando el proyecto en las obras de infraestructura a construir se encuentre en el área de jurisdicción de una municipalidad en un cantón específico, deberá consultar con la Municipalidad competente sobre la existencia o no de un plan regulador, y revisar su aplicación y disposiciones especiales existentes en el Reglamento de Zonificación respecto a obras de esta naturaleza.

En este sentido, debe tomarse en cuenta que, según la ley 4240, se entiende por zonificación a la división de una circunscripción territorial en zonas de uso, para efecto de

¹³ SALA CONSTITUCIONAL DE LA CORTE SUPREMA DE JUSTICIA. Resolución: 5757-94. San José, del 4 de octubre de 1 994, relativo a la constitucionalidad del Plan Regulador.

¹⁴ SALA CONSTITUCIONAL DE LA CORTE SUPREMA DE JUSTICIA. Resolución: 4205-96. San José, del 20 de agosto de 1 996, relativo a la inconstitucionalidad del Reglamento para el control nacional de fraccionamiento y urbanizaciones.

su desarrollo racional. La organización del territorio, expresada por la zonificación, consiste en la división del territorio en áreas de uso y función dominante, ésta división se basa en los criterios generales de racionalidad, armonización y compatibilidad, seguridad, salubridad y sostenibilidad.

La definición de las normas de uso de la tierra en un plan regulador específico deberán ser consideradas por el proyecto, ya que se fundamenta en la clasificación y calificación de la tierra, según la división de la totalidad del territorio en categorías de ordenamiento territorial.

Es preciso recordar que el artículo 15 de la Ley de Planificación Urbana establece que los Reglamentos de desarrollo urbano, se aplican a esta, sin perjuicio de extender todos o algunos de sus efectos a otros sectores, en que priven razones calificadas para establecer un determinado régimen contralor.

En el caso de la existencia de las normas y requisitos de zonificación, deberá verificarse la necesidad o no de obtener certificados de conformidad de uso. Asimismo especificar la admisión calificada de excepciones o variantes.

Además es muy importante verificar en el mapa oficial que trata de la provisión y conservación de los espacios para vías públicas y áreas comunales; las reglas sobre reservas, adquisición, uso y conservación de las áreas necesarias para vías, parques, plazas, edificios y demás usos comunales, para compatibilizar la localización de las obras de infraestructura con dichas normas.

Importante verificar la afectación a dominio público de los terrenos o espacios ya entregados a usos públicos, para proceder conforme con este régimen. Muy importante identificar en cada plan regulador cuando las áreas de calles, plazas, jardines, parques u otros espacios abiertos de uso público general, podrán ser transferidos a otro uso público

Sin embargo, la situación de líneas de transmisión eléctrica tiene una excepción a la aplicación de estas normas, según la resolución 22806 de la Sala Constitucional, de las 14:30 horas del 28 de abril de 1 998. La cual resuelve un recurso de amparo y define puntos importantes sobre la autonomía municipal en la materia.

Se definen en esta resolución si el ICE debe contar o no con permiso de la Municipalidad respectiva para la colocación de nueva postería que demanden proyectos de ampliación de líneas.

Al respecto la Sala define que las instituciones que administran intereses nacionales – como el ICE– están llamadas a colaborar con las que velan por los intereses locales – como las municipalidades–, y a considerar sus propuestas e iniciativas razonables y justificadas; pero las entidades nacionales no tienen por qué requerir permisos municipales para la realización de las obras y proyectos que desarrollen en cumplimiento de sus fines. Entenderlo de otro modo podría conducir a la atomización del Estado unitario, constitucionalmente consolidado.

Los conceptos previos están esbozados en varias resoluciones de la Sala, entre las cuales destaca la reciente sentencia n° 6469-97 de las 16:21 hrs del 8 de octubre de 1997, que señala:

"... la descentralización territorial del régimen municipal, no implica una restricción o eliminación de las competencias asignadas constitucionalmente a otros órganos del Estado ..., de manera que existen intereses locales cuya custodia corresponde a las Municipalidades y junto a ellos, coexisten otros cuya protección constitucional y legal es atribuida a otros entes públicos, lo que ha sido objeto de un trato legislativo muy claro en el artículo 5 del Código Municipal, al indicar que la competencia municipal genérica no afecta las atribuciones conferidas a otras entidades de la Administración Pública, y esa afirmación debe entenderse, desde luego, como conclusión constitucionalmente posible, pero únicamente como tesis de principio. Y es así, porque al haber incluido el constituyente un concepto jurídico indeterminado en el artículo 169, al señalar que le corresponde a la Municipalidad de cada cantón, administrar los servicios e intereses 'locales', se requiere para precisar este concepto, estar en contacto con la realidad a la que va destinado, de manera que la única forma de definir o de distinguir lo local de lo que no lo es, debe serlo o la propia ley o la interpretación jurisprudencial que de esos contenidos se haga. (...) O lo que es lo mismo, lo local tiene tal connotación que definir sus alcances por el legislador o el juez, debe conducir al mantenimiento de la integridad de los intereses y servicios locales, de manera que ni siquiera podría el legislador dictar normativa, que tienda a desmembrar el Municipio (elemento territorial) si no lo hace por los procedimientos previamente establecidos en la Constitución Política; ni tampoco promulgar aquella que coloque a sus habitantes (población) en claras condiciones de inferioridad con relación al resto del país; ni la que afecte la esencia misma de lo local (gobierno), de manera que se convierta a la Corporación en un simple contenedor vacío del que subsista solo la nominación, pero desactivando todo el régimen tal y como fue concebido por la Asamblea Nacional Constituyente. En otro giro, habrá cometidos que por su naturaleza son municipales y que no pueden ser substraídos de lo local para convertirlos en servicios o intereses nacionales, porque hacerlo implicaría desarticular a la Municipalidad y por ello, no es posible de antemano dictar los límites infranqueables de lo local, sino que deberá ser examinado en cada caso concreto. (...) Consecuentemente, no solo por norma legal expresa (el Código Municipal, la Ley de Licores), sino, y esto es lo más importante, por contenido constitucional expreso (artículo 169), no pueden subsistir funciones de ningún ente público, que disputen su primacía con las municipalidades, cuando se trata de materia que integra lo local."

Según la Sala, para entender como comprometida la autonomía de la Municipalidad (a la que, cabe recalcar, el ICE oportunamente debe informar acerca de los trabajos), primero se tendría que admitir que las obras desarrolladas tienen una relevancia puramente local. Pero cuando la obra constituye otra ejecución de los proyectos nacionales de desarrollo

eléctrico a cargo del ICE, formando parte del sistema nacional de energía, no se quebranta la autonomía municipal.

En sección B.2 Medio socioeconómico se analizan los planes de ordenamiento territorial de cada uno de los municipios involucrados en el proyecto.

A.4.1.5.2 Afectación del patrimonio histórico-cultural

Según la Ley sobre Patrimonio Nacional Arqueológico, No. 6703, constituyen patrimonio nacional arqueológico, los muebles o inmuebles, producto de las culturas indígenas anteriores o contemporáneas al establecimiento de la cultura hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, flora y fauna, relacionados con estas culturas.

Además se estipula que son propiedad del Estado todos los objetos arqueológicos, que sean descubiertos en cualquier forma, encontrados a partir de la vigencia de esta ley.

Según el artículo 11 de esta Ley, cuando se descubran monumentos, ruinas, inscripciones o cualquier otro objeto de interés arqueológico, en terrenos públicos o particulares, deberá darse cuenta a las autoridades locales de manera inmediata, para que se tomen las medidas precautorias que se estimen convenientes. Estas autoridades deberán notificar el hecho, inmediatamente, a la Dirección del Museo Nacional.

Según el artículo 13, si al practicar excavaciones, para ejecutar obras públicas o privadas, fueren descubiertos objetos arqueológicos, por el propio dueño o por terceros, los trabajos deberán ser suspendidos de inmediato y los objetos puestos a disposición de la Dirección del Museo Nacional. El Museo Nacional tendrá un plazo de quince días para definir la forma en que se organizarán las labores de rescate arqueológico.

Quien omita el aviso a las autoridades, a que se refiere el artículo 11 de la presente ley, será penado con una multa de diez mil a veinte mil colones. Si fuere una autoridad la que no toma las medidas precautorias pertinentes, la misma será destituida de su cargo, sin responsabilidad patronal y sin perjuicio de las sanciones penales en que pueda incurrir.

Por otra parte, según la Ley de Patrimonio Histórico Arquitectónico de Costa Rica, existen dos tipos de declaratorias que podrían ser una limitante importante para obras de infraestructura del proyecto, se trata de:

Conjunto: Grupo de edificaciones aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje sean de valor excepcional, desde el punto de vista histórico, artístico o científico.

Centro histórico: Asentamientos de carácter irreplicable, en los que van marcando su huella los distintos momentos de la vida de un pueblo, que forman la base en donde se asientan las señas de identidad y su memoria social. Comprende tanto los asentamientos que se mantienen íntegros como ciudades, aldeas o pueblos, como las zonas que hoy, a causa del crecimiento, constituyen parte de una estructura mayor. Forman parte del inmueble, monumento o sitio, las instalaciones fijas que en él se encuentren.

Esta ley señala como procedimiento para la incorporación de un bien al patrimonio histórico-arquitectónico, su declaratoria mediante Decreto Ejecutivo. De forma tal que si el Proyecto se encuentra con una declaratoria de tal tipo encontrará una limitante seria a la construcción de obras de infraestructura en tales áreas.

Es importante destacar que el Estado y la municipalidad respectiva tendrán el derecho de expropiar los bienes; podrán ejercerlo en beneficio de otras entidades públicas. Este derecho abarca los bienes que atenten contra la armonía ambiental o comporten un riesgo para conservar los que han sido declarados de interés histórico-arquitectónico.

El Poder Ejecutivo y la municipalidad respectiva estarán obligados a impedir el derribo total o parcial de una edificación protegida. Garantizar que el uso de los bienes protegidos no alterará su conservación y además será congruente con las características propias del inmueble.

Finalmente es importante señalar lo especificado en el artículo 10 de dicha ley, el cual define que la declaratoria ratificada por la Asamblea Legislativa de un bien como conjunto, sitio o centro histórico conlleva la obligación de cumplir con los planes reguladores promulgados, según la Ley de Planificación Urbana, No. 4240, del 15 de noviembre de 1968 y sus reformas.

El artículo 11 define que el régimen de protección de los inmuebles de interés histórico-arquitectónico prevalecerá sobre los planes y las normas urbanísticas que, previa o eventualmente, le fueren aplicables.

A.4.1.5.3. Situación en estado de emergencia:

Según la Ley Nacional de Emergencia, Ley No. 7914 de 28 de setiembre de 1999, en su artículo 11, los predios de propiedad privada, ubicados en las áreas geográficas determinadas en la declaración de emergencia, deberán soportar todas las servidumbres legales necesarias para las acciones, los procesos y las obras que realicen las entidades públicas. Esta disposición deberá incluirse expresamente en el decreto de emergencia. Asimismo, los propietarios estarán obligados a permitir la ocupación temporal de sus predios, cuando sea absolutamente indispensable para atender oportunamente la emergencia. La ocupación temporal deberá limitarse al espacio y tiempo estrictamente necesarios, fase contemplada en el inciso a) del artículo 6 de esta ley. Debe procurarse causar el menor daño posible; sin embargo, los daños ocasionados durante esta ocupación podrán indemnizarse a solicitud de la parte, siempre que medie avalúo pericial judicial.

Por resolución motivada de acatamiento obligatorio, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias podrá ordenar la demolición de toda edificación, pública o privada, en las áreas geográficas incluidas en la declaración de emergencia cuando, por el estado de ruina o deterioro, o bien, por hallarse en un área de inminente peligro, arriesgue la seguridad o salubridad de los habitantes o de otras personas, todo de acuerdo con los estudios técnicos que lo recomienden. Esta resolución no dará lugar a indemnización alguna y contra ella solo cabrá recurso de reposición.

La Comisión estará obligada a emitir resoluciones, mediante las cuales ordene no otorgar permisos de explotación forestal, minera, de ríos y otros, en lugares de riesgo inminente de emergencia. También podrá emitir este tipo de resoluciones a partir de las amenazas o los riesgos presentes en cualquier parte del territorio nacional. Dichas resoluciones serán vinculantes y, por ende, de acatamiento obligatorio para las instituciones responsables del sector que corresponda.

Todas las dependencias, las instituciones públicas y los gobiernos locales estarán obligados a coordinar con la Comisión, la cual tendrá el mando único sobre las actividades en las zonas afectadas por un desastre o calamidad pública en el momento de la emergencia. Las entidades privadas, particulares y organizaciones en general que presten, voluntariamente, colaboración al desarrollo de esas actividades, serán coordinados por la Comisión.

El Plan Regulador de prevención de situaciones de riesgo inminente de emergencias y atención de emergencias que elabore la Comisión, obligatoriamente, tendrá prioridad dentro del plan de cada institución en lo que lo afecte, hasta tanto el Poder Ejecutivo no declare la cesación del estado de emergencia. La inobservancia del Plan conlleva el delito de desobediencia.

Ahora bien, según el artículo 36 de esta ley, todos los organismos de la Administración central o descentralizada y los Gobiernos locales incluirán, en sus presupuestos, una partida presupuestaria destinada a prevenir situaciones de riesgo inminente de emergencia y atención de emergencias.

Según el Reglamento de Prevención de riesgos y atención de emergencias, Decreto Ejecutivo No. 28445-MP de 3 de febrero del 2 000, en su artículo 17, la Junta Directiva de la Comisión, previo estudio técnico, realizado por profesionales competentes y mediante acuerdo razonado, podrá ordenar la demolición de toda edificación pública o privada, cuando:

- a. Estén ubicadas en áreas geográficas incluidas en la declaración de emergencia y se encuentren en estado de ruina o deterioro, o bien se hallen en un área de inminente peligro, arriesguen la seguridad o salubridad de las personas.
- b. Hayan sido construidas, ampliadas, modificadas, remodeladas, arregladas o hayan recibido algún tipo de trabajo estructural en contravención de las disposiciones contenidas en la resolución que sobre este tipo de labores haya emitido la Comisión y que hace referencia el artículo 26 de la Ley Nacional de Emergencia.

Además, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, mediante acuerdo de Junta Directiva, deberá emitir resoluciones vinculantes en resoluciones sobre servicios y trámites en la construcción de obras civiles públicas y privadas, así como concesiones varias en prevención del riesgo inminente de emergencia.

En todos los casos la resolución correspondiente deberá sustentarse en estudios técnicos, que estarán a disposición de los afectados. Estas resoluciones deberán notificarse a las instituciones responsables del sector que corresponda y tendrán carácter vinculante.

A.4.1.6. Normas especiales a ser aplicadas en el proyecto

A.4.1.6.1. Normas en cuanto a la seguridad de trabajadores y terceros (tanto en fase de construcción como de funcionamiento)

Según la Ley General de Salud, artículo 305, todo campamento de trabajo y finca rural, deberá estar provisto de los elementos de saneamiento básico para proteger la salud y bienestar de sus trabajadores y para evitar la constitución de focos de infección, o de contaminación del ambiente.

Se entiende por campamento de trabajo toda instalación destinada a albergar a los trabajadores de explotaciones agrícolas, mineras o ganaderas o de obras públicas o privadas en construcción.

Toda persona natural o jurídica queda sujeta a las normas técnicas que el Ministerio dicte, estableciendo las condiciones de saneamiento básico de los campamentos de trabajo y fincas agrícolas. En todo caso, ninguna persona podrá iniciar la construcción de instalaciones destinadas a ser utilizadas como campamentos de trabajo sin la autorización del Ministerio.

Según la Ley sobre riesgos del trabajo, Ley No. 6727 de 24 de marzo de 1982, Todo patrono, sea persona de Derecho Público o de Derecho Privado, está obligado a asegurar a sus trabajadores contra riesgos del trabajo por medio del Instituto Nacional de Seguros, según los artículos 4 y 18 del Código de Trabajo.

La responsabilidad del patrono, en cuanto a asegurar contra riesgos del trabajo, subsiste aún en el caso de que el trabajador esté bajo la dirección de intermediarios, de quienes el patrono se valga para la ejecución o realización de los trabajos.

Según el artículo 204, los riesgos del trabajo serán asegurados, exclusivamente, por el Instituto Nacional de Seguros, a cargo del patrono, y a favor de sus trabajadores. Se autoriza al Instituto Nacional de Seguros a emitir recibos pólizas, para acreditar la existencia de este seguro.

En cuanto a las medidas de seguridad que deben de adoptarse durante el proceso de construcción, tenemos como las más importantes, las siguientes¹⁵:

- Los materiales empleados en construcción deben ser apilados de modo que no perjudiquen el tránsito de personas o la circulación de materiales o el ingreso de equipo para combate de incendios. (Art. 7).

¹⁵ Decreto NO. 25235-MTSS, Publicado en la Gaceta No. 122 del 27 de junio de 1996

- El almacenamiento de materiales pesados en lugares cercanos a zanjas o excavaciones deberá hacerse a una distancia respecto al borde no menor a 1,2 veces de profundidad de la excavación.
- Los materiales tóxicos, corrosivos, inflamables o explosivos deben ser almacenados en locales separados, apropiados, señalizados.
- Para el manejo manual de cargas, el límite será de 60 kilogramos por trabajador y esta operación debe ser intermitente (hasta tres movimientos por hora).
- En cada centro de trabajo se dispondrá de locales para vestidor y servicios sanitarios de acuerdo con el número de trabajadores.
- Es obligación de todo patrono, proveer los equipos y elementos de protección personal y seguridad en el trabajo, así como exigir su uso y funcionamiento y organizar charlas y sesiones de entrenamiento a sus obreros sobre la utilización de los equipos de protección personal.
- El equipo de protección personal deberá mantenerse en todo momento listo para su uso inmediato.

A.4.1.6.2. Normas en cuanto a cruzamientos y paralelismos con otras líneas

Los caminos públicos según su función se clasifican, según la Ley General de Caminos Públicos Ley No. 5060, en Red Vial Nacional y Red Vial Cantonal.

Vías Nacionales:

La definición de las categorías de las calles nacionales (de administración del Ministerio de Obras Públicas y Transportes) se rige por la Ley General de Caminos Públicos (Ley No. 5060 del 22-08-1 972 y sus reformas) del siguiente modo:

Carreteras primarias nacionales:

Red de rutas troncales, para servir a corredores, caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de larga distancia.

Carreteras secundarias nacionales:

Rutas que conectan cabeceras cantonales importantes (no servidas por carreteras primarias), así como otros centros de población, producción o turismo, que generan una cantidad considerable de viajes interregionales o intercantonales.

Carreteras terciarias nacionales:

Rutas que sirven de colectoras de tránsito para las carreteras primarias y secundarias, y constituyen las vías principales para los viajes dentro de una región, o entre distritos importantes.

Red vial cantonal:

Corresponde su administración a las municipalidades. Estará constituida por los siguientes caminos, no incluidos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes dentro de la red vial nacional:

- a. Caminos vecinales: Caminos públicos que suministren acceso directo a fincas y a otras actividades económicamente rurales; unen caseríos y poblados con la Red vial nacional, y se caracterizan por tener bajos volúmenes de tránsito y altas proporciones de viajes locales de corta distancia.
- b. Calles locales: Vías públicas incluidas dentro del cuadrante de un área urbana, no clasificadas como travesías urbanas de la Red vial nacional.
- c. Caminos no clasificados: Caminos públicos no clasificados dentro de las categorías descritas anteriormente, tales como caminos de herradura, sendas, veredas, que proporcionen acceso a muy pocos usuarios, quienes sufrarán los costos de mantenimiento y mejoramiento.

Son propiedad del Estado todos los terrenos ocupados por carreteras y caminos públicos existentes o que se construyan en el futuro. Las municipalidades tienen la propiedad de las calles de su jurisdicción. Las carreteras y caminos públicos únicamente podrán ser construidos y mejorados por el Ministro de Obras Públicas y Transportes.

Según el artículo 7 de dicha Ley, para la construcción de caminos públicos el Estado tendrá derecho a utilizar, sin indemnización alguna hasta un doce por ciento (12%) del área de los terrenos que en adelante se otorguen por el Estado o las Municipalidades a título de concesión. Esta reserva se aplicará en cualquier momento a un aprovechamiento de fuerzas hidroeléctricas o para el paso de líneas telegráficas o telefónicas, o para cualquier otra finalidad de utilidad pública. Tales restricciones y cargas irán aparejadas a la inscripción de la finca afectada, quedando obligado el funcionario a quien corresponde otorgar la escritura o suscribir el mandamiento inscribible a dejar constancia de las mismas. El Registro Público no inscribirá el título si en éste no constan dichas restricciones y cargas.

Según el artículo 18, ninguna empresa de ferrocarril podrá oponerse a que sus líneas sean cruzadas a nivel, en cualquier forma, por otras vías férreas, por canales, por caminos u oleoductos y acueductos, siempre que la obra se haga por cuenta del interesado conforme a requisitos técnicos previamente aprobados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

El artículo 19 define que no podrán hacerse construcciones o edificaciones de ningún tipo frente a las carreteras existentes o en proyecto sin la previa autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, ni al frente de los caminos vecinales y calles sin la aprobación escrita de la Municipalidad correspondiente. Las Municipalidades coordinarán los alineamientos frente a los caminos vecinales con el Ministerio quien será el que establezca la política, más conveniente al interés público. Los postes utilizados en la transmisión de fuerza eléctrica y los que soporten hilos telegráficos o telefónicos, no podrán colocarse a una distancia menor de seis metros del centro de los caminos. Los que estuvieren colocados a menor distancia u obstaculicen futuras ampliaciones, deberán ser trasladados en cuenta se produzca requerimiento del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o de las Municipalidades.

Para la colocación de una nueva postería para la transmisión de fuerza eléctrica o para telégrafos o teléfonos, se debe pedir autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o a la respectiva Municipalidad, según se trate de carreteras o caminos vecinales.

De no cumplirse el requerimiento del Ministerio, este podrá hacer los trabajos que sean necesarios por su cuenta cobrando al responsable el valor de aquéllos más de un 50% como recargo, sin perjuicio de la multa que fuere aplicable.

En el caso de realizar obras en las vías públicas debe acatarse lo dispuesto en la Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres, Ley No. 7331 de 13 de abril de 1993, artículo 206, en el sentido de que cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que pretenda realizar trabajos en las vías públicas, debe:

- a. Contar con la autorización de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito.
- b. Poner señales (que deben permanecer durante el día y la noche), tales como rótulos con pintura reflectora y dispositivos proyectores de luz fija o intermitente a distancias adecuadas para evitar accidentes, según se dispondrá en el Reglamento de esta Ley.
- c. Colocar los materiales de construcción dentro de lotes vacíos u otros sitios adecuados. Se prohíbe colocarlos en las vías públicas.

A.4.1.6.3. Regulaciones en cuanto a afectación de la propiedad privada (utilidad pública y expropiación forzosa) así como constitución de servidumbres.

En Costa Rica, los regímenes legales de propiedad más frecuentes son la propiedad privada y pública, inscrita en el Registro de la Propiedad, y la posesión; ésta última incluye categorías que van desde la ocupación en que está presente la "buena fe" del poseedor, hasta aquellos en los que se da la presencia del ocupante en precario.

Los tipos más frecuentes de regímenes no legales de propiedad son las invasiones ilegales de que de acuerdo con el Código Civil tienen como elemento básico la inexistencia de "buena fe" por parte del ocupante.

El artículo 316 de este Código, por su parte señala las facultades del propietario para reclamar la cosa objeto de su propiedad, y el libre goce de todos y cada uno de los derechos que ésta comprende.

El artículo 317, dispone que la posesión no "podrá tomarse de una manera violenta, ni por aquel a quien legalmente corresponda". Además establece que mientras el actual poseedor se oponga, debe reclamarse judicialmente.

Por el numeral 325, la indemnización por ofensa a los derechos de ajenos consistirá, si hubo usurpación o despojo, en la restitución de la cosa o derecho usurpado y en el pago de los daños y perjuicios. El poseedor de mala fe es responsable de los deterioros que haya sufrido la cosa, "salvo que provengan de la naturaleza o de un vicio de la misma cosa".

Es importante también referirse a la resolución 2988-99, la Sala Constitucional declaró inconstitucional el artículo 8 de la Ley de Titulación de Tierras Ubicadas en Reservas Nacionales.¹⁶ Este artículo permitía la titulación de tierras en reservas forestales, refugios nacionales de vida silvestre y zonas protectoras, a favor de los poseedores que a la entrada en vigencia de esta ley tuvieran más de diez años de poseer un terreno. Así mismo, permitía titular en la franja fronteriza después de los 200 metros.

Lo anterior se refleja en el texto del voto constitucional en el cual se expresa que:¹⁷

"... del estudio de la norma impugnada se tiene que la facultad de titular en estas áreas, recae sobre un ámbito indiscriminado de aplicación, lo cual de suceder así, podría estarse titulando áreas en las que son incompatibles muchas de las actividades que realiza el hombre y que podrían perjudicar seriamente el ecosistema ahí desarrollado así como la vulneración que existiría por parte del Estado para poder ejercer una adecuada vigilancia en ellas, lo cual, aún en el caso de que se parta del supuesto de que esas personas han venido ocupando desde hace muchos años estas áreas que son bienes de dominio público, esto no justifica en forma alguna que se pueda titular cualquiera de estas áreas, puesto que, el mismo Estado en protección del medio ambiente puede ordenar el desalojo de estas personas, en aquellas áreas donde más bien su presencia estén produciendo un efecto contraproducente, lo que provocaría consecuentemente, que en el caso de que titularan este tipo de áreas, tendría el Estado que expropiar un bien que tal vez tuvo que expropiar alguna vez para declararlo zona de protección, incurriéndose en un acto irrazonable.."

Tipos de procedimientos para afectaciones de tierra por causa de utilidad pública o interés social.

La base legal, se encuentra en el artículo 45 de la Constitución Política que posibilita al Estado para declarar de interés social la propiedad privada, mediante la votación no menor de tres partes de sus miembros.

¹⁶ Sala Constitucional, Resolución 2988-99 de las 11 horas 57 minutos del 23 de abril de 1999.

¹⁷ Voto 2988-01 de las 11 horas 57 minutos del 23 de abril de 1999 de la Sala Constitucional, Expediente 97-000394-007-CO-C.

Los procedimientos utilizados por el Estado para la adquisición de tierra por motivos de interés público son la compra directa, con la capacidad jurídica del Estado para este acto, y la expropiación forzosa, previo pago de una indemnización que represente el precio justo de lo expropiado.¹⁸

La expropiación debe ser acordada por el Poder Ejecutivo o por el órgano superior del ente público expropiador. Durante el trámite de diligencias de expropiación se oír a todos los que justifiquen tener, sobre el bien por expropiar, intereses que puedan sufrir perjuicio.

Las disposiciones estipuladas por la Ley de Expropiaciones también son aplicables para constituir servidumbres y para todo tipo de afectación de bienes y derechos. Cuando, por el tipo de afectación, se le limite sustancialmente la disponibilidad del bien o el derecho, la tramitación como afectación será improcedente y deberá ejecutarse la expropiación integral.¹⁹

Para expropiar, es indispensable un acto motivado, mediante el cual el bien por expropiar se declare de interés público. Esta declaratoria de interés público, que deberá ser notificada al interesado, será publicada en el Diario Oficial y anotada en el Registro Público. La administración iniciará un proceso especial de expropiación una vez firme, en sede administrativa, el monto del avalúo y si no existe convenio de traspaso directo entre la parte expropiadora y el administrado.

Una vez firme la resolución y finiquitados los asuntos económicos, el Estado procederá a gestionar la inscripción registral de la finca, el lote o el derecho en nombre de la administración, aún cuando el inmueble o el derecho no esté inscrito.

De acordarse con el expropiado, a título de indemnización la administración expropiadora podrá reubicar al expropiado en condiciones similares a las disfrutadas antes de la expropiación. Asimismo, cuando para realizar una obra de utilidad o interés público sea necesario trasladar poblaciones, el poder Ejecutivo o la Administración Expropiadora coordinará la reubicación respectiva.

Según la Ley de adquisiciones, expropiaciones y constitución de servidumbres del Instituto Costarricense de Electricidad, Ley No. 6313 del 4 de enero de 1979, se declaran de utilidad pública, los bienes inmuebles, sean fincas completas, porciones, derechos o intereses patrimoniales legítimos, que por su ubicación sean necesarios, a juicio del Instituto Costarricense de Electricidad, para el cumplimiento de sus fines. Estos bienes podrán ser expropiados conforme a esta ley, quienquiera que sea su dueño.

¹⁸ Según la Ley de Expropiaciones número 7495 del 8 de junio de 1995.

¹⁹ Artículo 13 de la Ley de Expropiaciones. Asimismo, es importante notar que existe el principio de reserva de ley para la imposición de limitaciones sobre la propiedad privada, y cuando las limitaciones impliquen una pérdida sobre la posibilidad de explotar la propiedad económicamente, se debe indemnizar al propietario porque se constituyen los presupuestos para la expropiación.

La Gerencia del ICE, antes de acordar una expropiación, ordenará su avalúo a los peritos de la Institución, nombrados por el Consejo Directivo. Los peritos valorarán, independientemente, el terreno, sus cultivos, construcciones, inquilinatos, arrendamientos, derechos comerciales, yacimientos y cualquier otro bien susceptible de indemnización, los que se tramitarán en expedientes separados, tantos, cuantos sean los titulares de los derechos.

Los avalúos tomarán en cuenta únicamente los daños reales, con carácter de permanentes, que tengan una relación de causalidad entre la finalidad original de la expropiación y el supuesto daño ocasionado. No se incluirán ni tomarán en cuenta los hechos futuros ni expectativas de derecho que afecten el terreno. Tampoco podrán reconocerse plusvalías derivadas del proyecto que origina la expropiación.

Según el artículo 4, se indemnizarán los yacimientos, cualesquiera que sean sus naturalezas, cuando el momento de publicarse el acuerdo de expropiación, estén en proceso de explotación; en el caso contrario no se indemnizarán.

Las indemnizaciones por concepto de reposición podrán ser hasta de un quince por ciento del monto fijado en sentencias como indemnización y únicamente procederá este extremo, cuando de los autos se infiera fehacientemente, que hay mérito para concederla.

En cuanto al procedimiento a seguir, es el siguiente:

Gerencia pide el avalúo. Una vez aprobada por el Consejo Directivo el avalúo, el expropiante requerirá al propietario, a los inquilinos o arrendatarios en su caso, mediante notificaciones personales o telegráficas, para que se manifiesten dentro de los ocho días hábiles siguientes, si están dispuestos a vender el inmueble y aceptar las indemnizaciones de desalojo, por los precios que indiquen los avalúos, a efecto de que comparezcan al otorgamiento de las escrituras correspondientes. Simultáneamente, con el requerimiento, la Gerencia podrá expedir un mandamiento provisional de anotación de las diligencias, y el Registro Público hará la anotación respectiva.

Practicada esta anotación, la transmisión de la propiedad, o la constitución de cualquier derecho real sobre la cosa, se entenderá hecha sin perjuicio del anotante.

Si no hubiere convenio o los interesados no acuden al llamado del ICE, el Consejo Directivo acordará la expropiación y además recurrirá al Juzgado de lo Contencioso Administrativo y Civil de Hacienda la cual solicitará la fijación del avalúo definitivo.

Las diligencias judiciales deberán iniciarse dentro de los tres meses siguientes a la publicación del acuerdo de expropiación. El Instituto deberá depositar el monto del avalúo administrativo, dentro de los tres meses siguientes al inicio de las diligencias.

Una vez publicado el acuerdo de expropiación, se solicitará al Juzgado de lo Contencioso Administrativo y Civil de Hacienda, que prevenga a los interesados la designación, dentro de los cinco días hábiles siguientes, del perito que les corresponda proponer para el avalúo de los daños y perjuicios que se le hubiesen causado, bajo apercibimiento de que en su rebeldía el Juzgado lo nombrará de oficio y de inmediato. El perito nombrado por el

interesado o, en su defecto, por el Juzgado, deberá rendir su dictamen dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de aceptación del cargo, la cual necesariamente deberá manifestarse dentro de los ocho días hábiles siguientes a la notificación de la resolución que lo designe y devengará el honorario que fije el Juzgado.

Al recibo de las diligencias, si la finca estuviere inscrita, el juez ordenará, por mandamiento, el Registro Público, anotación definitiva de la expropiación.

Por voto 4266-93 de las 15:48, del 31 de agosto de 1993, de la Sala Constitucional, la entrada en posesión del inmueble se dará únicamente en los supuestos que el propietario retire el monto del avalúo depositado por el ICE o bien el propietario de una autorización expresa para la entrada en posesión del inmueble.

Autorizado el expropiante para entrar en posesión del inmueble, el Juzgado ordenará el desalojo de los inquilinos dentro de un plazo prudencial que no podrá exceder de 60 días naturales, contados a partir de la notificación que así lo resuelva.

La administración expropiante podrá solicitar el nombramiento de un perito en discordia. Rendidos los dictámenes periciales, el juzgado, previa audiencia a las partes, procederá a dictar resolución fijando el monto de la indemnización, la cual no podrá exceder en ningún caso, la suma mayor estimada en los avalúos.

El instituto, o el Juez, en su caso, separarán del monto de la indemnización, la cantidad necesaria para cancelar de inmediato toda clase de gravámenes, que afecten al inmueble expropiado, hasta donde alcance. En todo caso, el inmueble se inscribirá a nombre del expropiante libre de todo gravamen.

Efectuado el depósito de la suma fijada en sentencia, el Juzgado dictará resolución ordenando entregar el expediente al notario público que acredite la administración, para que proceda al otorgamiento de la escritura de traspaso de propiedad.

El registro de la Propiedad inscribirá la finca o parcela a nombre del expropiante, aunque el inmueble no esté inscrito previamente.

En las diligencias judiciales sólo cabrá el recurso de apelación contra la resolución final que fije el monto de la indemnización.

Se autoriza el procedimiento de reubicación, como forma de pago de la indemnización, la cual se registrará por las normas reglamentarias, que al efecto se dicten.

Es importante describir este procedimiento, ya que el mismo será aplicable a la constitución de servidumbres forzosas para el tendido de las líneas eléctricas y de telecomunicaciones. Así como para el cumplimiento directo o indirecto de cualquier otro fin encomendado al ICE. Casos en los cuales nos encontramos en el proyecto en estudio.

Constituida una servidumbre, el ICE lo comunicará al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, a las instituciones que corresponda y a las municipalidades, quienes no podrán otorgar permisos de construcción o reconstrucción en las zonas afectadas con el

gravamen si no cuentan de previo con la expresa autorización del ICE, en que consten las limitaciones propias de la servidumbre.

A igual limitación estarán sujetos el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y las municipalidades, en cuanto a la construcción de vías públicas y áreas de facilidades comunales.

En este último caso, tanto el Ministerio como la municipalidad respectiva deberán realizar las obras de traslado de la postería y demás instalaciones del tendido, que correspondan al derecho de línea; o bien, reconocer al ICE, mediante depósito previo, el costo de tales obras.

También es importante señalar que según el artículo 24 el expropiante devolverá a sus dueños originales, que así lo soliciten por escrito, aquellas propiedades que hubieran sido expropiadas por él, para un fin específico de utilidad pública, si transcurridos diez años desde la expropiación no han sido utilizadas para ese fin, previo pago, por parte del dueño original, de la suma que haya recibido por concepto de esa expropiación.

A.4.1.6.4. Producción de desechos sólidos.

Según la Ley General de Salud, en su artículo 278, todos los desechos sólidos que provengan de las actividades corrientes de operaciones industriales o comerciales, deberán ser separados, recolectados, acumulados, utilizados cuando proceda y sujetos a tratamiento o dispuestos finalmente, por las personas responsables a fin de evitar o disminuir en lo posible la contaminación del aire, del suelo o de las aguas.

Además esta ley prohíbe a toda persona natural o jurídica arrojar o acumular desechos sólidos en lugares no autorizados para el efecto, utilizar medios inadecuados para su transporte y acumulación y proceder a su utilización, tratamiento o disposición final mediante sistemas no aprobados por el Ministerio de Salud.

El artículo 281 de esta ley define que las empresas agrícolas, industriales y comerciales, deberán disponer de un sistema de separación y recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos provenientes de sus operaciones, aprobado por el Ministerio cuando por la naturaleza, o cantidad de éstos, no fuere sanitariamente aceptable el uso del sistema público o cuando éste no existiere en la localidad. Está prohibida la recuperación de desechos y residuos sólidos en lugares no aprobados por la autoridad de salud para tales efectos.

El Reglamento sobre Manejo de Basuras (Decreto No. 19049-S) vigente establece en lo que nos interesa que los usuarios del servicio ordinario del manejo de basuras, tendrán la obligación de almacenar en forma sanitaria las basuras generadas. El artículo 79 prohíbe la disposición o abandono de basuras, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, en vías o áreas públicas, en lotes de terreno y en los cuerpos de agua superficial o subterránea.

Además, se prohíbe arrojar basuras, de cualquier tipo, en vías públicas, parques y áreas esparcimiento colectivo.

A.4.1.6.5. Sobre la lesión o amenaza de lesión de los derechos constitucionales a la salud y a un ambiente sano.

Según la resolución 22806 de la Sala Constitucional, de las 14:30 horas del 28 de abril de 1998, ya citada, lo fundamental de este asunto tiene que ver con el potencial efecto dañino que sobre la salud humana ejerzan las llamadas "frecuencias industriales"; esto es, las frecuencias de 50 y 60 hertzios de corriente alterna usada en los sistemas de energía eléctrica, que son las que producen los "campos de frecuencia industrial" (campos sinusoidales eléctricos y magnéticos producidos por cables y aparatos eléctricos que operan usando dicha corriente). La intensidad de estos campos se suele medir empleando las unidades denominadas "micro Teslas" (micro T) o "miliGauss" (mG), donde un micro T equivale a 10 mG.

Dice la Sala que, si bien está claro en la literatura científica que los campos magnéticos pueden ejercer fuerzas directamente sobre el cuerpo humano, éstas fuerzas son muy débiles, ya que los materiales biológicos son por lo general no magnéticos. Para causar cambios significativos en un sistema biológico se requieren campos que exceden con mucho aquellos existentes en ambientes habituales. En lo que se refiere a la posible inducción de corrientes eléctricas en el cuerpo, se sabe que se requiere de un campo magnético de frecuencia industrial superior a 500 micro T (5 000 mG) para inducir corrientes eléctricas de una magnitud similar a las que se dan de forma natural en el cuerpo humano. En otras palabras: si bien es cierto que los campos de frecuencia industrial suficientemente intensos como para inducir corrientes eléctricas superiores a las que ocurren naturalmente han mostrado efectos reproducibles en el laboratorio (incluyendo efectos en humanos), los campos de frecuencia industrial no han generado efectos biológicos reproducibles a la intensidad que se encuentran en las viviendas y lugares de trabajo. Se ha estimado así que los mecanismos biológicos conocidos a través de los cuales campos magnéticos intensos (valga repetir: de más de 500 micro T o 5 000 mG) causan efectos biológicos, no son relevantes para aquellos de intensidad menor de aproximadamente 50 micro T (500 mG). Las corrientes inducidas en el cuerpo por campos de esa intensidad –si bien cualitativamente similares– son mucho más débiles que las que ocurren en él de forma natural.

En la resolución de la Sala se estima que la intensidad de los campos magnéticos depende de la distancia, la tensión, el diseño y la corriente. Por lo que toca a los cables de transmisión eléctrica, se estima que dentro del corredor o zona de paso de las líneas eléctricas de alta tensión (entendiendo por tales aquellas que alcanzan de 115 a 765 kilovoltios o kV), los campos pueden alcanzar 10 micro T (100 mG), mientras que en el borde de esa área los campos serán de 0,1 a 1 micro T (1 a 10 mG). Es importante aclarar que la intensidad del campo magnético generado por una línea eléctrica no es dependiente de su voltaje sino de sus características y, particularmente, de la intensidad del flujo eléctrico (amperaje). De hecho, existe una proporción inversa entre voltaje y amperaje (en función de la resistencia del conductor) y, por esa razón, una manera de reducir los campos magnéticos consiste –justamente– en reemplazar líneas de menor tensión por líneas de mayor tensión. Desde la perspectiva científica, es claro entonces que los recurrentes yerran al estimar que el aumento en la tensión de las líneas que discurren por sus comunidades (pasando de 34 a 230 kilovoltios), repercutirá

necesariamente en un incremento del consiguiente campo electromagnético. De hecho, lo cierto podría ser lo inverso.

Dice la Sala Constitucional que algunos estudios epidemiológicos parecen mostrar una asociación entre la exposición a los campos magnéticos de frecuencia industrial y la incidencia de cáncer. Sin embargo, los estudios epidemiológicos más recientes muestran poca evidencia de que las líneas eléctricas se asocien a un aumento de cáncer, mientras que los estudios de laboratorio han mostrado poca evidencia de una relación entre los campos de frecuencia industrial y esa enfermedad, y la conexión entre los campos generados por las líneas eléctricas y el cáncer no se estima biofísicamente plausible. De hecho, una revisión reciente llevada a cabo por un grupo de importantes científicos de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos concluyó que: "Ninguna evidencia concluyente y consistente muestra que la exposición doméstica a campos eléctricos y magnéticos produzca cáncer, efectos neurocomportamentales adversos o efectos sobre la reproducción y el desarrollo". Más aún, el mayor estudio sobre líneas eléctricas y leucemia infantil jamás realizado (el efectuado por el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos y publicado en julio de 1997) concluye que no se ha podido encontrar evidencia alguna de una asociación entre ambas. Es así que, en general, la mayor parte de los científicos consideran que la evidencia de una conexión entre líneas eléctricas y cáncer es débil y poco convincente.

En síntesis, existe un amplio consenso en la comunidad científica de que no se ha establecido una asociación causal entre la exposición doméstica a campos de frecuencia industrial y los posibles riesgos a la salud humana. Justo es reconocer que también hay consenso respecto a que no ha sido y no puede ser probado que la exposición a estos campos sea absolutamente segura, circunstancia en la que juega un papel fundamental el hecho de que –en general– no se puede demostrar fehacientemente un hecho negativo (esto es, aunque quizás se pruebe en el futuro que los campos magnéticos perjudican la salud, lo que probablemente no se logrará demostrar nunca es que no la afectan). Pero –para lo que aquí interesa– está suficientemente claro que los estudios que parecen evidenciar ese riesgo parten de intensidades en los campos magnéticos que superan, con mucho, a aquellos que se espera encontrar en la vecindad de las líneas eléctricas del tipo del proyecto que nos ocupa.

Según el Ministerio de Salud:

"... los señores Magistrados pueden tener como demostrado que hasta el momento no hay base científica suficiente para determinar que los campos electromagnéticos como el que genere la línea de transmisión Alajuela–La Caja tenga (sic) efectos negativos en la salud de los seres humanos."

No hay evidencia de lesión directa y grosera (o de amenaza real e inminente de lesión) a los derechos fundamentales de salud y ambiente sano.

Los recurrentes, y una parte de la literatura científica consultada, invocan el llamado "principio de la evitación prudente" para aseverar que –ante la duda que impera acerca de si los campos electromagnéticos inciden o no sobre la salud humana– lo correcto es

actuar minimizando en lo posible las situaciones de exposición de las personas a dicha influencia. La pretensión de aquellos es la de que, traduciendo dicha filosofía al terreno de lo constitucional, esta Sala acoja el recurso deducido y ordene la definitiva terminación de las obras emprendidas por el ICE. En este sentido, aducen que así se sigue del punto n° 15 de la "Declaración de Río", adoptada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en junio de 1992, que reza:

"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente."

Sobre este particular, es necesario dejar en claro, desde ya, que la Sala comprende y comparte la importancia del principio de la evitación prudente que, de hecho, ha inspirado –aunque no se le haya citado como tal– diversos pronunciamientos anteriores en materia de tutela de la salud y del ambiente. Pero es necesario insistir en que la observancia de un principio puede ser racional o irracional, y el caso de la evitación prudente no es excepción. De hecho, está claro que el principio en cuestión en ningún momento parte de la perspectiva de que sí existe un riesgo positivo para la salud originado en los campos magnéticos; por el contrario, la "evitación prudente" es únicamente una recomendación, de vigencia transitoria, para que se apliquen determinadas medidas preventivas (razonables, prácticas y económicas) mientras la ciencia avanza en sus investigaciones y adquiere una mejor perspectiva del problema.

En esta resolución la Sala determina que las líneas de transmisión, a la luz de los elementos de juicio recabados hasta aquí, no implican la existencia de un peligro tal, por lo que la aplicación de la evitación prudente contradice los enunciados de la citada Declaración de Río, sino que parte de la postura de que no hay evidencia de que estemos en presencia del "peligro de daño grave o irreversible".

En el caso que resuelve la resolución citada, la Sala finaliza diciendo que, ante la ausencia de criterios que indiquen que existe siquiera una verdadera amenaza a la salud de las personas o al ambiente en el que viven (por el contrario, los criterios mayoritarios apuntan hacia que no la hay), así como a los demás derechos fundamentales que se cita en el recurso, lo que procede es desestimar el amparo por vía de reiteración de los precedentes dictados en esta materia, como en efecto se hace. Se advierte una vez más que lo que aquí se resuelve es relevante únicamente en lo que a la jurisdicción constitucional corresponde, quedando librados los aspectos de legalidad aducidos al criterio de las instancias competentes.

Sin embargo es preciso citar que, puesto que las conclusiones a las que se ha arribado pretenden asimilar y reflejar el estado actual del conocimiento científico en esta materia, es claro que la postura que aquí se afirma está sujeta a un permanente reexamen. Será preciso seguir con interés, entonces, el debate científico sobre el tema, particularmente en cuanto a las investigaciones que desarrolla la Organización Mundial de la Salud. En el

entretanto, con fundamento en lo que dispone la parte final del artículo 49 de la Ley de la Jurisdicción Constitucional, y haciendo lo que se estima una correcta aplicación de la doctrina de la evitación prudente al caso concreto, la Sala juzga necesario en el caso en examen, ordenar al Instituto Costarricense de Electricidad que adopte todas las medidas que sean requeridas para asegurar que el campo magnético generado por las obras no exceda, en las viviendas, los márgenes a que se ha comprometido con la Sala y con la comunidad, a saber, un promedio de 0,1 a 0,3 micro T (1 a 3 mG) en condiciones normales y un máximo de 0,8 micro T (8 mG) en condiciones de sobrecarga y por no más de dos horas al año (entre otros; véase el documento de folios 100 a 102). Del mismo modo, y sin perjuicio de las restantes acciones que de su propia iniciativa disponga efectuar, deberá el ICE designar y comunicar a las comunidades interesadas, bien sea a través del Municipio local o de otros organismos similarmente representativos, una dependencia propia que será responsable de informar –de oficio o a solicitud de parte– acerca del resultado de las mediciones que se practicará regularmente de la intensidad del señalado campo en las áreas en que la línea de transmisión atraviese las zonas habitadas por personas.

Se podría entonces retomar estas directrices de la Sala en cuanto a precaución, señalización y toma de medidas mitigadoras, para considerarlas aplicables al proyecto en cuestión de este estudio.

Pero en forma más específica existe una norma jurídica concreta para regular la materia el cual es **Reglamento para Regular Campos Eléctricos y Magnéticos en Obras de Transmisión de Energía Eléctrica**.

La Ley General de Salud prevé el ejercicio de la potestad reglamentaria para fijar límites respecto de la exposición a campos eléctricos y magnéticos en obras de transmisión de energía eléctrica, por parte del Ministerio de Salud.

No obstante, la única norma vigente al respecto es este Reglamento, el cual es el Decreto N° 29296-SALUD-MINAE. Este Decreto establece los valores permisibles de los niveles de densidad de los campos eléctricos y magnéticos inducidos por las instalaciones de transporte de energía eléctrica, como medida preventiva para la salud pública. Además define las condiciones ambientales a considerar en las etapas de planificación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de tales instalaciones.

Importante rescatar que, según el artículo 2 de este Decreto, su aplicación es obligatoria para el Instituto Costarricense de Electricidad y para cualquier otro prestador del servicio público de transporte de energía eléctrica a alta tensión.

Para efectos de aplicación e interpretación del presente reglamento se definen los conceptos siguientes:

- a. Alta tensión: Tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz (rms) es igual o superior a 138 kV (138 000 voltios).

- b. Campo eléctrico: Espacio alrededor de un cuerpo eléctricamente cargado, en el cual una carga eléctrica puede experimentar una influencia mecánica.
- c. Campo magnético: Espacio próximo a una corriente eléctrica, en el que pueden detectarse las fuerzas debidas a dicha corriente.
- d. Condiciones normales de explotación: Condiciones que permiten responder a la demanda de potencia y energía, a las maniobras de operación y a la detección, aislamiento y eliminación de fallas, siempre en ausencia de condiciones excepcionales debidas a caso fortuito o fuerza mayor.
- e. Corredor de línea: Extensión de terreno ubicado debajo de las líneas de transmisión, en el ancho de las servidumbres.
- f. Exposición: Término empleado en la protección radiológica que en su sentido general significa la acción de someter, estar sometido o expuesto, tanto personas como material, a las radiaciones; sinónimo de irradiación.
- g. Gauss (G): Una de las unidades usuales utilizada para determinar la densidad de flujo magnético correspondiente al sistema de unidades inglesa, equivale a 0,0001 Tesla.
- h. Instalaciones u Obras de transporte de energía eléctrica: Las redes y subestaciones que operan a alta tensión, requeridas para el transporte de energía eléctrica. Para los efectos de este reglamento se entenderá que los límites de la densidad del campo eléctrico y magnético se referirán a aquellas obras de transmisión de energía eléctrica con voltajes iguales o mayores a 138 kV (kilovoltios).
- i. Mili Gauss (mG): Milésima de Gauss, unidad práctica de densidad de flujo magnético, equivale a 0,1 millonésimas de Tesla ($1 \text{ mG} = 0,1 : \text{T}$)
- j. Tesla (T): Unidad de medida de la densidad de flujo magnético establecida por el Sistema Internacional de Unidades, equivale a 10 000 Gauss, las magnitudes habituales son del orden de millonésimas de tesla o micro tesla (μT).
- k. Valor eficaz (rms): Raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un ciclo completo de la onda de voltaje o de corrientes.
- l. Voltios por metro (V/m): Unidad normalizada de la densidad del campo eléctrico.

Para la aplicación del presente reglamento, la Autoridad Competente será el Ministerio de Salud, por medio de la Dirección de Protección al Ambiente Humano, la que deberá:

- a) Fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y de cualquier norma técnica que el Ministerio establezca en materia de radio protección para la salud humana.

- b) Tramitar y resolver los incumplimientos al presente reglamento de acuerdo con la Ley General de Salud.

También es relevante considerar la regulación en torno a la Evaluación de Impacto Ambiental y Plan de manejo Ambiental. Según el Decreto, toda obra de transmisión de energía eléctrica será sometida a un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental y deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que contemple las medidas para evitar, mitigar y compensar los impactos ambientales de cada proyecto, el cual deberá ejecutarse fielmente en las diferentes etapas de desarrollo y operación de las instalaciones de transmisión.

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) deberá realizar una audiencia pública que permita escuchar a las personas que se sientan afectadas por la construcción de instalaciones u obras de transmisión de energía eléctrica.

Dentro de todo expediente que se tramite en la SETENA, sobre instalaciones u obras de transporte de energía eléctrica, se deberá dar audiencia al Ministerio de Salud. Igualmente la SETENA deberá notificar a dicho Ministerio, el acto administrativo que resuelve por el fondo la solicitud planteada en el expediente respectivo.

Obligaciones ambientales generales de los Prestatarios del Servicio Público de Transmisión de Energía Eléctrica.

Según el artículo 7, los prestatarios del servicio público de transmisión de electricidad, deberán observar los siguientes lineamientos generales, en las etapas de planeamiento, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de transmisión de electricidad:

- a) A partir del momento en que se tenga el trazado preliminar de la línea, debe informarse e involucrarse a las comunidades ubicadas en las zonas aledañas a las obras de transmisión.
- b) Ajustarse al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para cortar la menor cantidad de árboles posible y producir la mínima cantidad de desechos, vertidos, ruido y emisiones a la atmósfera.
- c) Aplicar las mejores prácticas de protección al ambiente conforme lo establezca el EsIA, tanto para evitar los eventuales daños, como para restaurar en lo posible los daños que se produjeren.
- d) Colaborar con las instituciones estatales a cargo de la protección de los recursos naturales, en la mitigación y compensación de los impactos producidos por el proyecto de transmisión.

- e) Ejercer estrecha vigilancia sobre las empresas que contrate para el desarrollo, construcción o mantenimiento de las instalaciones de transmisión, a fin de que ellas apliquen en el desarrollo de sus actividades, las mejores prácticas de protección al ambiente.
- f) Tomar las previsiones para que se apliquen fielmente las medidas de seguridad e higiene laboral.

Límite para el Campo Eléctrico: Las obras de transmisión deberán ser diseñadas y operadas de tal manera que la magnitud del campo eléctrico no exceda los 2 000 voltios/metro en el borde de las servidumbres (artículo 8).

Límite para el Campo Magnético: No se podrá diseñar ni operar obras de transmisión cuya magnitud del campo magnético exceda los 15 micro Teslas (equivalente a 150 mili Gauss) en el borde de la servidumbre, para exposición permanente de seres humanos, a excepción de valores establecidos con anterioridad por la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. La medición correspondiente deberá hacerse a un metro de altura y en condiciones normales de operación (artículo 9).

Actualización de los límites permisibles: El Ministerio de Salud en conjunto con la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, propondrán modificaciones a los límites para el campo eléctrico y campo magnético establecidos en este reglamento, cuando las investigaciones científicas demuestren que los mismos son nocivos para la salud y hayan variado los parámetros internacionales (artículo 10).

Trazado de rutas y ubicación de líneas de transmisión y subestaciones.

Según dispone este Decreto en su artículo 11, en el trazado de rutas para las líneas de transmisión y ubicación de subestaciones, frente a varias alternativas técnicas y económicamente factibles deberá optarse por la que resulte más amigable con el ambiente. La empresa de transmisión debe además demostrar ante el Ministerio de Salud o la SETENA, según corresponda, que en el trazado finalmente escogido se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El correspondiente plan regulador local o regional aprobado por SETENA, cuando lo hubiere;
- b) El mayor alejamiento posible de zonas pobladas;
- c) El mayor aprovechamiento posible de carreteras y caminos existentes para la ubicación de las estructuras;
- d) La aplicación de criterios para minimizar la intrusión visual de las obras en el paisaje;
- e) La menor afectación de zonas protectoras, reservas forestales y refugios de vida silvestre.

Ancho de Servidumbre: El ancho de la servidumbre se determinará en consideración a la seguridad de las personas y de las estructuras de soporte, así como a la distancia

requerida para mantener la medición de los campos eléctrico y magnético para exposiciones permanentes (artículo 12).

Limitaciones en el corredor de la línea: Por razones de seguridad de las obras de transmisión y en razón de las necesarias previsiones para expansión y labores de operación y mantenimiento, en los corredores de las líneas, los prestatarios del servicio de transmisión, no deberán permitir el ejercicio de las siguientes actividades:

- a) Construcción de casas de habitación, oficinas, comercios e instalaciones educativas o deportivas.
- b) Siembra extensiva de cultivos que periódicamente puedan ser quemados (p.e. caña de azúcar).
- c) Cultivos anegados (p.e. arroz).
- d) Vegetación (árboles o cultivos) que en su desarrollo final se aproximen a cinco metros de los conductores más bajos, estando estos en condiciones de carga máxima o de contingencia.
- e) Movimientos de tierra que eleven o alteren el perfil del terreno.
- f) Almacenamiento de materiales inflamables o explosivos.

En los contratos de constitución de servidumbres con los propietarios, se debe hacer constar estas disposiciones.

Obligación de informar: En el mes de febrero de cada año, la empresa de transmisión deberá informar a las municipalidades correspondientes, así como a las instituciones correspondientes (Ministerio de Salud, MINAE, SETENA, ARESEP), sobre los planes de expansión de la red de transmisión eléctrica y las obras de ese plan que se proyectan ejecutar durante los próximos cinco años (artículo 14)

Las Municipalidades que han elaborado el plan regulador incluirán dentro del mismo:

- a) Los corredores definidos en los planes de expansión del Sistema de Transmisión.
- b) Las servidumbres legalmente establecidas para las líneas de transmisión y los trazados por vías públicas que de acuerdo con la información suministrada por la empresa de transmisión se tienen proyectados.
- c) Las servidumbres que están en proceso de constitución, con indicación de que existe impedimento para otorgar permisos de construcción en dichas áreas.

Asimismo, la empresa de transmisión deberá suministrar al Ministerio de Salud, toda la información que requiera en el ejercicio de su competencia.

Obligación de los prestatarios del servicio público de transmisión de electricidad de informar a los miembros de la comunidad sobre proyectos nuevos para efectos de participación ciudadana (artículo 15): Sin perjuicio de la obligación que tienen las

Municipalidades de informar a los miembros de la comunidad que puedan verse afectados por la construcción de una línea de transmisión nueva, el prestatario del servicio de transmisión está obligado a informar a los propietarios directamente afectados por la línea a construir, en forma detallada, sobre las características del proyecto. A tal efecto, tan pronto se tenga establecido un trazado preliminar de la línea, el prestatario deberá tomar las medidas necesarias para establecer comunicación individual con cada uno de estos propietarios.

Asimismo y al menos semestralmente, deberán informar ampliamente a todos los interesados, de las investigaciones y pronunciamientos científicos más relevantes que a nivel internacional se realicen sobre los campos eléctricos y magnéticos y su relación con la salud humana. A tal efecto se aprovechará cualquiera de los medios tecnológicos o de comunicación de que se disponga, para que la información llegue a los afectados.

Señalización para la seguridad de las personas: Para efectos de seguridad de las personas, el prestatario del servicio de transmisión, deberá instalar claras señales que adviertan la presencia de instalaciones de transmisión, así como dispositivos "antiescalamiento" donde sea requerido o bien, sea recomendado en el estudio de impacto ambiental.

En la actualidad el trazo de la línea se encuentra a más de 2 km de todos los aeródromos y aeropuertos existentes, con base en la información suministrada por la sección de infraestructura de la Dirección General de Aviación Civil, sin embargo, se presentan dos casos de pistas inactivas, Hacienda Chapernal y San Joaquín de Abangares, las cuales están a 1,7 Km. Una vez que se cuente con el diseño final de la línea de transmisión, se recomienda verificar si se mantiene dicha condición con las pistas antes mencionadas y coordinar ante la Sección de Infraestructura de la Dirección General de Aviación Civil los permisos correspondientes.

Obligación de monitoreo: Durante la etapa de operación de las obras de transmisión, el operador de instalaciones de transporte de energía a alta tensión (cuyo nivel de voltaje sea igual o superior a 138 kV) deberá realizar mediciones periódicas de la densidad de los campos eléctricos y magnéticos. De todas las mediciones efectuadas deberá llevar un registro por línea de transmisión y subestación y suministrar la información respectiva semestralmente, tanto al Ministerio de Salud como a la municipalidad correspondiente.

Actividades de mantenimiento: Las actividades normales de mantenimiento deberán efectuarse de tal manera que se minimicen los daños al medio ambiente, así como las posibles molestias a los habitantes de zonas aledañas a las instalaciones (artículo 18).

A.4.2. Instituciones y Organizaciones y su Relación y Papel con Respecto al Proyecto.

Ministerio de Ambiente y Energía:

Se encuentra en primer lugar el Ministerio de Ambiente y Energía como principal actor en materia ambiental a nivel nacional. Creado por Ley No. 7794 del 18 de mayo de 1998.

El Ministerio en su calidad de rector de la política del medio ambiente, según la Ley Orgánica del Ambiente y su ley específica de creación, debe formular, planificar y ejecutar las políticas de recursos naturales, energéticas, mineras y de protección ambiental del Gobierno de la República. Se encarga de la dirección, el control, la fiscalización, la promoción y el desarrollo ambiental. Además, le corresponde velar por la protección de las áreas silvestres protegidas.

En este contexto, es importante destacar que en 1994 se crea el Sistema Nacional Integrado de Áreas de Conservación y Desarrollo Sostenible (SINAC), con el propósito de armonizar la elaboración y ejecución de las políticas de manejo y aprovechamiento de las áreas silvestres protegidas. Existen actualmente 11 áreas de conservación, organizadas en bio-regiones, que cuentan con un consejo técnico y un comité local, y está a cargo de un coordinador. Se trata de una medida para lograr un nivel de coordinación óptimo, entre todas las direcciones del MINAE representadas dentro de la bio-región que integra el Área de Conservación y Desarrollo Sostenible, con el objetivo de proyectar una sola imagen institucional.

Al MINAE, y específicamente a la Dirección de Geología y Minas, le corresponde dictar la política en materia de aprovechamiento de los materiales de los cauces de agua, permisos de exploración y explotación para extracción de minerales del subsuelo. Lo referente a la explotación y exploración de hidrocarburos es competencia de la Dirección General de Hidrocarburos, también del MINAE.

Adscrita al MINAE se encuentra la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), cuya función es establecer parámetros para el desarrollo de procesos productivos respecto al impacto ambiental, según la Ley Orgánica del Ambiente. También le corresponde: analizar las evaluaciones sobre la temática, recomendar las acciones necesarias para minimizar el impacto, atender e investigar las denuncias relacionadas con problemas y daños ambientales.

Ministerio de Salud:

Según Ley General de Salud No. 5395 le corresponde realizar acciones, actividades y dictar medidas tanto generales como específicas, orientadas a la conservación y mejoramiento del medio ambiente, con miras a la protección de la salud de las personas, que es considerada como un bien de interés público tutelado por el Estado.

Además, según esta misma ley, este Ministerio tiene el deber de coordinar con las municipalidades el cuidado y prevención de contaminación del medio ambiente, ya que la misma ley le otorga a las corporaciones municipales la potestad sobre el manejo de

desechos sólidos. El artículo 280 de esta ley dice que “el servicio de recolección, acarreo y disposición de basura estará a cargo de las municipalidades. Para ello las Municipalidades pueden darse su propio reglamento del servicio de recolección de basuras”.²⁰

A través del Departamento de Seguridad e Higiene Industrial otorga el “visto bueno” para construcciones Industriales y Agropecuarias.

Ministerio de Agricultura y Ganadería:

Tiene como funciones principales estudiar y delimitar las diversas clases de suelos, su distribución geográfica, y clasificarlos según su valor agronómico para determinar las zonas aptas para su explotación agrícola, ganadera y forestal.

Además, al MAG le corresponde:

Fiscalizar, evaluar y realizar estudios básicos de uso de la tierra para definir los de uso agrícola.

Evaluar ambientalmente las tierras, según su valor agronómico, socioeconómico y ecológico.

Definir y coordinar la ejecución de los planes nacionales de manejo, conservación y recuperación de suelos.

Investigar las técnicas agroecológicas y agronómicas para el mejor uso de tierras, aguas y demás recursos naturales.

Brindar a los productores asistencia técnica sobre tecnología agroecológica.

Elaboración del plan nacional de manejo y conservación de suelos (Art. 11) para las tierras de uso agroecológico.²¹

Según la Ley de Uso, Conservación y Manejo de Suelos, debe existir un plan nacional de manejo y conservación de suelos, con lineamientos generales de carácter vinculante, el cual es responsabilidad del MAG. Este plan nacional tiene por objeto mejorar los sistemas de uso de los suelos. En el artículo 12, llama la atención el principio establecido en el inciso f que dice “el manejo adecuado de la fertilidad del suelo, la manutención de la materia orgánica y la reducción de la contaminación”.

La aplicación de esas competencias presenta el inconveniente que esta ley, conocida como la “Ley de Suelos”, apenas fue reglamentada muy recientemente, con un sesgo fuerte hacia la centralización en el MAG, el cual se orienta hacia la dirección y evaluación

²⁰LEY GENERAL DE SALUD, No. 5395 del 30 de octubre de 1 973, publicado en *Colección de Leyes y Decretos*, año 1 973, Semestre 2, Tomo 3, Página 1 122.

²¹ LEY DE USO, CONSERVACIÓN Y MANEJO DE SUELOS, N° 7779 del 23 de abril de 1 998, publicado en La Gaceta N. ° 97 del 21 de mayo de 1 998, artículo 6.

del desarrollo de proyectos productivos en cuencas y microcuencas en todo el país, incluyendo el cantón de Esparza.

INVU:

En cuanto ordenamiento urbano, tenemos al Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), que es un ente descentralizado que se dedica a la planificación y desarrollo urbano.

Con respecto a sus finalidades relacionadas con ordenamiento territorial, la misma Ley Orgánica estipula que le corresponde planear el desarrollo y el crecimiento de las ciudades y de los otros centros menores, con el fin de promover el mejor uso de la tierra, localizar las áreas públicas para servicios comunales, establecer sistemas funcionales de calles y formular planes de inversión en obras de uso público, para satisfacer las necesidades consiguientes, así como asesorar a los organismos del Estado y demás Instituciones Públicas y coordinar las iniciativas públicas y privadas en asuntos de vivienda y urbanización y preparar planos reguladores para todos los conglomerados urbanos de la nación, cuya aplicación se hará efectiva por las Municipalidades.

MOPT:

Al Ministerio de Obras Públicas y Transportes se le atribuyen funciones de planificación y elaboración de cartas geográficas, hidrográficas y mapas de la República, así como estudiar, investigar y laborar sobre aspectos geográficos, hidrográficos, geofísicos y de otra índole, que sean complemento de sus funciones.

Esto a través del Instituto Geográfico Nacional, al cual le corresponde la confección de todos los mapas básicos del país, junto con la delimitación y cartografía de muchas propiedades del Estado y programas de titulación, son obras del IGN. Su función principal es la de ser el responsable de la cartografía nacional.

IDA:

En materia de titulación de tierras, nos encontramos con el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA), creado en 1982, y cuya función para la cual fue creado, lo ubica como una institución directamente relacionada con el ordenamiento territorial en nuestro país. Así, el IDA administra en nombre del Estado, las reservas nacionales y las tierras que se traspasen para cumplimiento de sus fines. Esta facultada para efectuar en ellas planes de desarrollo integral, asentamientos campesinos, colonización, parcelación y adjudicación. Además debe cooperar con la conservación de los recursos naturales del país, promover y coadyuvar en las labores de recuperación de tierras, con el objeto de elevar su productividad y de facilitar la transformación de la propiedad rural.

Le corresponde promover y realizar todo tipo de estudios necesarios, en coordinación con los organismos correspondientes, para determinar la aptitud productiva de la tierra en las diferentes zonas del país, a fin de elevar la producción nacional a su más alto nivel. (Ver Art. 3 de su ley de creación).

Comisión Nacional de Emergencias

Se encuentra finalmente con Instituciones que velan por regímenes especiales de ordenamiento territorial, como la Comisión Nacional de Emergencias, a quien le corresponde promover la elaboración y oficialización de los mapas de riesgo y amenazas relacionados con los fines de la ley nacional de emergencias, así como asesorar a los entes públicos y privados sobre una adecuada planificación del uso del territorio nacional. A través del Plan Nacional de Emergencia, le corresponde fortalecer la planificación del ordenamiento territorial, recomendando a los entes responsables de emitir los permisos de ocupación o habitación para encauzar el desarrollo hacia zonas que presenten mayor seguridad para la población.

En aras de realizar una síntesis de los actores involucrados en el tema, se presenta a continuación un cuadro resumen (cuadro A.4.4) sobre las distintas instituciones públicas relacionadas con la protección ambiental, que tendrán un papel que cumplir para autorizar las distintas obras de infraestructura del proyecto:

Cuadro A.4.4. Resumen de Instituciones Públicas Involucradas en la Autorización de las Obras de Infraestructura del Proyecto

Institución	Dependencias	Funciones en Relación con el Proyecto	Norma que le Asigna su Competencia
MINAE	MINAE en general	-Permisos de uso en el caso de Refugios de Vida Silvestre (Funcionarios de Vida Silvestre en el Área de Conservación respectiva -Otorgar visto bueno de paso por servidumbres preestablecidas en el caso de toda área protegida	Ley Orgánica del Ambiente Ley Forestal
		-Ver el cumplimiento de medidas de protección en trabajos en áreas de protección del recurso hídrico. Excepción a decreto de veda y firma de convenio de compensación.	Art. 33 Ley Forestal, Art. 32 Ley de Aguas y 114 Ley de Biodiversidad
	SINAC	Sistema de coordinación y gestión institucional (integra vida silvestre, forestal y áreas protegidas) -Permisos especiales de corta de árboles en propiedades privadas o sometidas a régimen forestal. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante los funcionarios del Área competente para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental -Vigilancia e inspección de las actividades realizadas dentro de las áreas protegidas estatales	Ley de Biodiversidad (Arts. 6 y 22, 34)

	SETENA	Definir si se requiere o no de evaluaciones de impacto ambiental para las actividades a desarrollarse en las áreas protegidas que autorice el MINAE. Por ejemplo en el Refugio de Vida Silvestre afectado	Art. 33 y 34 Ley Forestal
	Oficina de Atención al Público *conocido o referido como Ventanilla Única	Recibir y revisar todos los planos que se le presentan para visado y guardar registro de los mismos (determinar si el plano que se le presenta está o no inscrito dentro de área protegida)	
MAG		En coordinación con el MINAE, INVU y Municipalidades competentes otorgar el uso conforme de suelo para cambio de uso del suelo en las obras de infraestructura si fuera necesario	Ley de Uso, Conservación y manejo de Suelos y Reglamento
Ministerio de Hacienda		-Avalúos para compras y expropiaciones -Avalúos para fijación pago de canon de permiso de uso en Refugios de Vida Silvestre	
IDA		Si se afectan fincas del IDA o parcelas en las que todavía rige las limitaciones del IDA deberá dar visto bueno para la realización de las obras necesarias.	Ley del Instituto de Desarrollo Agrario, No. 6735 de 29 marzo 1982 Ley de Tierras y Colonización, No. 2825 del 14 de octubre de 1961, y sus reformas. Voto 241, Sala Primera, San José a las 16:25 del 27 de julio de 1990
MOPT	Oficinas Centrales	Permisos en el caso de pretender usar carreteras nacionales para ubicación de posterías	Ley General de Caminos
MUNICIPALIDADES	Cada oficina respectiva dependiendo del cantón	Permisos especiales de construcción en áreas especiales de acuerdo a plan regulador Permisos para usar caminos vecinales para ubicación de posterías	

A.4.3. Resumen de Requisitos a Cumplir en la Legislación Ambiental Aplicable

A.4.3.1. Esquema legal general para el Estudio de Impacto Ambiental

La Ley Orgánica del Ambiente, en su artículo 17, establece la obligación genérica de realizar una evaluación de impacto ambiental para todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos. Esta obligación se especifica por medio de las leyes y reglamentos que indican cuándo y qué actividades previas a su ejecución requieren de una evaluación de impacto ambiental.

No obstante las disposiciones anteriores, el principio de legalidad no aplica cuando se trate de actividades que afecten ecosistemas acuáticos o el recurso hídrico. Del artículo 44 de la misma ley podemos derivar que todas las actividades que impliquen el uso, aprovechamiento y posible afectación del recurso hídrico, tendrán que someter estudios de impacto ambiental, aún y cuando ello no se indique en normativa especial alguna.

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) como órgano competente para aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, viene a desarrollar las disposiciones contenidas en la Ley Orgánica del Ambiente, a través de su Reglamento sobre Procedimientos de SETENA.²²

En el artículo 21 del Reglamento se establece la presentación de un estudio de impacto ambiental como requisito para la realización de varias actividades, todas las cuales están relacionadas de alguna forma al recurso del agua:

1. Permisos de explotación o concesiones de explotación minera.
2. Ejecución de obra pública.
3. Generación y transmisión eléctrica.
4. Exploración o explotación de hidrocarburos.
5. Desarrollo productivo o de infraestructura dentro de los Refugios de Vida Silvestre.
6. Proyectos a desarrollar dentro de Reservas Indígenas.
7. Proyectos de desarrollo dentro de áreas definidas por la Comisión Nacional de Emergencias como de alto riesgo a las amenazas naturales, exceptuándose obras en casos de declaratoria de emergencia.
8. Proyectos que afecten el mar territorial en zonas pesqueras.
9. Industria química.

²² Antes de entrar en vigencia el Reglamento, algunos proyectos o actividades relacionadas al recurso del agua contaban con guías para la elaboración de un estudio de impacto ambiental. Estas guías ampliaban de una u otra manera el contenido básico establecido para un EsIA en el Reglamento de la SETENA y se aplicaban a actividades específicas (como por ejemplo: explotación de cauces de dominio público, proyectos de acuicultura y salinas en refugios de vida silvestre y humedales, proyectos avícolas de más de 5 000 aves). El Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA fue publicado en la Gaceta del jueves 16 de enero de 1 997 y fue reformado mediante Decreto Ejecutivo No. 26228- MINAE del 2 de agosto de 1 997

10. Proyecto de manejo y disposición final de desechos sólidos urbanos, industriales y peligrosos (Rellenos sanitarios, incineradores y otros)
11. Construcción de carreteras, aeropuertos, clínicas y hospitales.

Es oportuno recordar aquí lo indicado respecto a la declaratoria de las obras de infraestructura de este proyecto, en el sentido que la misma no excluye a las empresas designadas y concesionadas de presentar los estudios de impacto ambiental correspondientes, que presenten la investigación objetiva y científica respecto de la alteración mayor o menor de distintos elementos componentes del medio y recomendaciones para eliminar o mitigar los efectos perjudiciales.

Lo anterior es consecuente con el deber del Estado de garantizar, defender y preservar el derecho de las personas a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (artículo 50 de la Constitución Política).

Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

El proceso de EIA establecido en Costa Rica puede dividirse en tres partes:

1. **Evaluación de Impacto Ambiental Preliminar:** es un proceso a través del cuál se determina cuáles proyectos, obras o actividades productivas deben o no entrar en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Si la SETENA considera que la actividad debe entrar en el proceso de evaluación se debe realizar un Estudio Ambiental Preliminar y con base en los impactos potenciales que se determinen se establece el camino a seguir que está entre la firma de una declaratoria de compromisos ambientales y la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

Cabe señalar que la Ley Orgánica del Ambiente, en su artículo 17, establece la obligación genérica de realizar una evaluación de impacto ambiental para todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos. Esta obligación se especifica por medio de las leyes y reglamentos que indican cuándo y qué actividades previas a su ejecución requieren de una evaluación de impacto ambiental.

No obstante las disposiciones anteriores, el principio de legalidad no aplica cuando se trate de actividades que afecten ecosistemas acuáticos o el recurso hídrico. Del artículo 44 de la LOA se deriva que todas las actividades que impliquen el uso, aprovechamiento y posible afectación del recurso hídrico, tendrán que someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, aún y cuando ello no se indique en normativa especial alguna.

2. **Revisión del Estudio de Impacto Ambiental:** cuando se determine en la evaluación preliminar que la actividad, obra o proyecto debe presentar un estudio de impacto ambiental, el interesado deberá contratar a un grupo de profesionales que elaboren el estudio. Para esto la SETENA facilita un documento denominado

Orientador Conceptual²³. Existen actividades que por su impacto deben realizar obligatoriamente un estudio de impacto ambiental y saltarse de alguna forma la etapa anterior.

3. **Monitoreo y seguimiento de los compromisos ambientales adquiridos por la actividad económica.** Actualmente existen cuatro instrumentos de control y seguimiento establecidos en el Reglamento Sobre Procedimientos de la SETENA:

- **Auditoria Ambiental:** Consiste en la verificación de la eficiencia del sistema de gestión ambiental establecido en el estudio.
- **Bitácora Ambiental:** es un cuaderno oficial de anotaciones ambientales en donde responsable ambiental del proyecto hace anotaciones sobre el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Gestión Ambiental.
- **Responsable Ambiental del Proyecto:** es la persona física o jurídica, nacional o extranjera encargada de darle seguimiento al cumplimiento de los compromisos ambientales señalados en el estudio de impacto ambiental. El regente ambiental debe ser pagado por el desarrollador de la actividad.
- **Comisiones de monitoreo ambiental:** cuando la SETENA lo considere necesario puede nombrar comisiones interdisciplinarias bajo su supervisión, responsables del monitoreo y seguimiento de proyectos de gran magnitud e importancia económica. Estas comisiones deben estar integradas por representantes de diversos sectores relacionados con el proyecto.

Cabe notar que la Ley Orgánica del Ambiente reconoce la importancia de la participación ciudadana en los procesos de evaluación de impacto ambiental. El artículo 22 de la LOA señala que toda persona tendrá derecho de audiencia para ser escuchado por la SETENA en cualquier etapa del proceso de evaluación y en la fase operativa de la obra y el proyecto. Además de las audiencias individuales el reglamento señala la posibilidad de realizar “Audiencias Públicas” estas audiencias deberán contar con la presencia de las comunidades involucradas, la municipalidad y el proponente del proyecto. Las audiencias son coordinadas por la SETENA que además valora si en el caso concreto es viable o necesaria la audiencia, usualmente estos espacios se han abierto en situaciones en las que el proyecto a desarrollar ha generado conflicto con las comunidades involucradas.

²³ Este es el documento base para cualquier estudio por lo que se ha señalado la necesidad de adaptar estas directrices de acuerdo a categorías que establezcan algunas diferencias según la naturaleza de los proyectos, obras o actividades.

A.4.4. Resumen de Requisitos a Cumplir para la Obtención de la Autorización Ambiental

Según el Decreto N° 18 y la Ley No. 8220 del 4 de marzo del 2 002, los órganos, y entes de la Administración Pública, central y descentralizada, y las empresas públicas del Estado, deberán revisar en forma periódica los trámites y requisitos que se realizan en su respectiva unidad administrativa o dependencia, con el propósito de ajustarlos a los principios establecidos en la Ley de protección al ciudadano del exceso de requisitos y trámites administrativos. En todo momento, en especial por medios electrónicos, mantendrán a disposición de los administrados los instructivos, manuales, formularios y demás documentos que sean necesarios para realizar el trámite o cumplir con el requisito de que se trate.

Algunos de los principales trámites a realizar en el caso de afectación de distintas áreas por parte del proyecto:

1. Obtener certificado de uso del suelo del MAG, cuando se requiera hacer cambio de uso en terrenos que no son bosque, de uso agropecuario
2. Obtener del MINAE (a través de las áreas de conservación) autorización especial para corta de árboles en terrenos cubiertos de bosque que no son áreas protegidas. Previamente, deberá llenarse un cuestionario de preselección ante la SETENA para determinar la posibilidad de exigir una evaluación del impacto ambiental.
3. En el caso de terrenos que no sean bosques, y que se requiera cortar hasta un máximo de veinte árboles por hectárea, se debe tramitar la autorización ante el Área de Conservación respectiva.
4. Para aquellos casos donde el número de árboles a aprovechar sea superior a veinte árboles, en áreas arboladas excluidas de la definición de bosques, deberá ser tramitado en la Oficina Sub-Regional del AC correspondiente, debiendo presentarse un inventario que deberá contener, número de especies a cortar, número de individuos a cortar y volumen a extraer. Dicho inventario deberá ser elaborado y firmado por un profesional en ciencias forestales, además se debe elaborar un croquis de cada finca indicando la ubicación aproximada de los árboles a cortar.
5. En el caso de realizar trabajos en bosques, pero que no requiera la corta de árboles, se deberá presentar una solicitud donde se estipule el nombre, calidades del petente, certificación de constitución y personería y mención del proyecto que solicita ejecutar. El Área de Conservación respectiva la recibirá y pondrá hora y fecha, le asignará un responsable, quien en un plazo que no podrá ser mayor a diez días y por una única vez, le indicará que otros requisitos deberá cumplir el petente, otorgándole un plazo de hasta seis meses para su cumplimiento.

6. Trámite para autorización de afectación de áreas de protección especial del recurso hídrico ante el Área de Conservación respectiva. La corta o eliminación de árboles en las áreas de protección está prohibida, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional. (Art. 34 Ley Forestal).
7. Trámite para obtener permiso de uso en Refugios de Vida Silvestre, en caso de afectarlos, de acuerdo con la Ley de Vida Silvestre y su Reglamento.
8. En el caso de pasar por áreas urbanas o de control municipal, deberá consultarse con la Municipalidad competente sobre la existencia o no de un plan regulador, y revisar su aplicación y disposiciones especiales existentes en el Reglamento de Zonificación respecto a obras de la naturaleza del proyecto.
9. Para la colocación de postes aprovechando las vías públicas, se debe pedir autorización del Ministerio de Obras Públicas y Transportes o a la respectiva Municipalidad, según se trate de carreteras o caminos vecinales.

A.4.5. Políticas Regionales y Nacionales que Enmarcan al Proyecto

Situación especial fundamentada en el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central.

Según la Ley 7848-A de 20 de noviembre de 1998, dicho Tratado tiene por objeto la formación y crecimiento gradual de un Mercado Eléctrico regional competitivo, en adelante denominado el Mercado, basado en el trato recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región dentro de un marco de respeto y protección al medio ambiente. Según el artículo 11, se considera transmisión regional el flujo de energía que cruza las fronteras de los países, permitiendo las transacciones del Mercado a través de las redes actuales de alta tensión y las que se construyan en el futuro.

Dicho Tratado responde al interés de los Estados centroamericanos de llevar a cabo un proceso de integración eléctrica, lo que implica la necesidad de una red de transmisión que permita interconectar las redes nacionales, ya que de lo contrario se dificultaría el desarrollo del mercado eléctrico regional.

En el artículo 2, se prevé la necesidad de crear la infraestructura necesaria para la interconexión de las citadas redes; en el 12 se sienta el principio de libre acceso a las redes de transmisión. Se dispone, además, que las empresas de transmisión regionales tendrán como único objeto la transmisión o transporte de energía eléctrica. El artículo 15 prevé, asimismo, la constitución de una empresa destinada a mantener el sistema de transmisión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países. Una empresa que podrá ser de capital público o mixto (Empresa propiedad de la Red, EPR). El artículo 30 permite deducir que el ICE puede integrarse como agente del mercado

regional, a comprar y vender energía de corto plazo y a suscribir contratos de largo plazo dentro del mercado.

La Ley aprobatoria del Tratado determinó que el ente público que asumiría los derechos y obligaciones del Estado costarricense respecto del Tratado sería el ICE:

"Las obligaciones y los derechos de Costa Rica como Estado contratante, así como las funciones propias de los agentes del mercado que correspondan según la legislación interna, se asignan al Instituto Costarricense de Electricidad, por habersele encomendado el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía física que la Nación posee y la planificación del sistema eléctrico nacional".

Pero el legislador no se limitó solo a atribuir al ICE las obligaciones y derechos del Estado costarricense y la condición de agente de mercado. Por el contrario, le autoriza a constituir la empresa propiedad de la red eléctrica, a que se refiere el artículo 15 del Tratado:

"Artículo 3: Autorízase al Instituto Costarricense de Electricidad para que participe como accionista de la empresa propietaria de la red eléctrica de Centroamérica".

Es muy importante destacar que en este tratado se define en su artículo 16 que, de acuerdo con los procedimientos legales de cada país, cada Gobierno otorga el respectivo permiso, autorización o concesión, según corresponda, a la EPR para la construcción y explotación del primer sistema de interconexión regional. Este tendrá una duración de hasta treinta años prorrogables. Se trata de un ente público denominado Empresa Propietaria de la Red (EPR) que tenga como fin desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener un primer sistema de transmisión regional que interconectará los sistemas eléctricos de los seis países. También se define que, de acuerdo con los procedimientos legales de cada país, cada Gobierno se compromete a otorgar autorizaciones, permisos o concesiones, según corresponda, para futuras expansiones de las redes de transmisión regional a la EPR u otras empresas de transmisión regional.

En términos del impacto ambiental de las obras de interconexión eléctrica, es muy importante referirse a lo estipulado en el artículo 32 de la Ley que aprueba el mencionado tratado.

"Entre los compromisos de los gobiernos adquiridos en este tratado, se especifican en el artículo 32:

...

b) Declaran de interés público las obras de infraestructura eléctrica necesarias para las actividades del mercado eléctrico regional.

Esta declaratoria significa que dentro de este marco de referencia legal, es evidente que existe un interés público en la construcción de las obras de infraestructura de la red de interconexión eléctrica, el cual consiste en darle un grado de prioridad a dichas obras. Además, de acuerdo con la normativa costarricense, se busca con una declaratoria de interés público siempre el mayor bienestar de los administrados, teniendo para ello en cuenta las conveniencias de la promoción social y económica y la ordenación y puesta en

práctica de la multitud de los servicios de toda índole que por los varios órganos de la Administración pública han de prestarse al público en general.

En ese orden de ideas, es preciso recordar, además, que estas obras que se adquieran o construyan para desarrollar el Proyecto, son bienes de dominio público, afectos al cumplimiento del fin asignado por la ley, según el artículo 32 inciso b de la Ley 7848-A de 20 de noviembre de 1998.

Sin embargo, es preciso señalar que la afectación al fin público no implica que el régimen jurídico de estas obras, por ende, sea diferente al común de los bienes de dominio público.

De esta manera, ante la pregunta sobre si les resulta a estas obras de infraestructura aplicable o no la normativa general del país, así como si resultan competentes otras entidades públicas para emitir actos en relación con las mismas o, si por el contrario, las mismas se encuentran en un régimen de excepción que las excluye de la intervención de las mismas. El criterio oficial en este tipo de situaciones ha sido que la declaratoria de interés público no constituye un régimen de excepción a la aplicación de la diversa normativa vigente en el país²⁴, por lo que le es aplicable el ordenamiento jurídico en vigor, en el tanto no se oponga expresamente a normas específicas que rijan a estas obras.

La normativa especial ya descrita no implica, desde el punto de vista jurídico, una exclusión de competencia de otras entidades públicas en las materias específicamente asignadas a ellas por el legislador, ya que en tal caso debió de haberse previsto por norma legal expresa la exclusión de las facultades de algún ente público de intervenir o actuar de conformidad con sus competencias en este tipo de obras.

Por lo que concluye que la ejecución de estas obras no se encuentra al margen del resto del ordenamiento jurídico, ya que la normativa especial que lo regula sólo le atribuye un nivel de importancia especial, sin que dejen de aplicarse otras normas del ordenamiento jurídico.

"..., el interés público es uno de los elementos nucleares de la llamada discrecionalidad administrativa. La discrecionalidad surge -...- cuando el ordenamiento jurídico atribuye a algún órgano competencia para apreciar, en un supuesto dado, lo que sea de interés público. La esencia, pues, de toda actividad administrativa la constituye la apreciación singular del interés público realizada unas veces conforme a los criterios marcados explícitamente por la legislación y otras en base (sic) a criterios políticos, pero dentro de los límites que el derecho marca a toda decisión administrativa, uno de los cuales, el más importante, consiste en el cumplimiento del interés público²⁵.

²⁴ Ver al respecto, por ejemplo, el Pronunciamiento de la Procuraduría General de la República C-181-94 del 23 de noviembre de 1994. Y Pronunciamiento C-204-2001 del 23 de julio de 2001

²⁵ "Sainz Moreno, Fernando: Conceptos jurídicos, interpretación y discrecionalidad administrativa, Editorial Civitas S.A., Madrid, 1976. p.326.

Dado lo anterior, debemos partir de la aplicación de jerarquía de las fuentes del ordenamiento jurídico administrativo costarricense a estas obras, las cuales se sujetarán a las normas en el siguiente orden:

- a. La Constitución Política;
- b. Los tratados internacionales y las normas de la Comunidad Centroamericana;
- c. Las leyes y los demás actos con valor de ley
- d. Los decretos del Poder Ejecutivo que reglamentan las leyes, los de los otros Supremos Poderes en la materia de su competencia
- e. Los demás reglamentos del Poder Ejecutivo, los estatutos y los reglamentos de los entes descentralizados; y
- f. Las demás normas subordinadas a los reglamentos, centrales y descentralizadas.

Las normas no escritas -como la costumbre, la jurisprudencia y los principios generales de derecho- servirán para interpretar, integrar y delimitar el campo de aplicación del ordenamiento escrito y tendrán el rango de la norma que interpretan, integran o delimitan.

Cuando se trate de suplir la ausencia, y no la insuficiencia, de las disposiciones que regulan una materia, dichas fuentes tendrán rango de ley. Las normas no escritas prevalecerán sobre las escritas de grado inferior.

Según el artículo 16 de la Ley General de Administración Pública, en cuanto a los procedimientos y actos a seguir, según la Ley General de Administración Pública, la Administración deberá adoptar sus resoluciones dentro del procedimiento con estricto apego al ordenamiento y, en el caso de las actuaciones discrecionales, a los límites de racionalidad y razonabilidad implícitos en aquél.

La discrecionalidad podrá darse incluso por ausencia de ley en el caso concreto, pero estará sometida en todo caso a los límites que le impone el ordenamiento expresa o implícitamente, para lograr que su ejercicio sea eficiente y razonable.

En ningún caso podrán dictarse actos contrarios a reglas unívocas de la ciencia o de la técnica, o a principios elementales de justicia, lógica o conveniencia.

A.4.6. Consulta a Instituciones y Entidades Sobre Planes, Programas y Proyectos en la Zona del Proyecto.

Este componente se presenta en la sección B.2 Medio Socioeconómico.

A.5. Definición de Tramos Homogéneos, Retrazado de la Ruta y Justificación Ambiental

A.5.1 Justificación del Trazado de la Ruta

Como antes se definió, la ruta SIEPAC atraviesa el territorio nacional desde la frontera con Nicaragua hasta la frontera con Panamá, habiéndose establecido un corredor de 2 km. a ambos lados de la línea. Es en ese corredor que se debe ajustar el paso de la línea, de modo que se generen los menores impactos ambientales posibles.

El estudio de impacto ambiental de la ruta elaborado en 1 997 ofrece una explicación de las características de la ruta, parte de lo cual se considera válido y aplicable a esta actualización de ese estudio, una vez que nuestros especialistas confirmaron la validez de la información que contiene ese estudio e indicaron las omisiones o ampliaciones necesarias.

Por esta razón, y según se desprende de la metodología originalmente presentada en la oferta técnica, así como en los aspectos atinentes a este efecto que forman parte del contrato entre el consorcio ECOTEC y otros y SIEPAC, la justificación ambiental del paso de la línea por los tramos homogéneos se basa en la información del estudio de impacto ambiental de 1 997, con los comentarios del caso según se verificó la validez de la misma.

En general, la ruta atraviesa el territorio nacional por una serie de formaciones geológicas, ecosistemas, zonas de cultivo y poblados bastante variada y propia de la diversidad geomorfológica y ambiental de Costa Rica. Mediante la aplicación de la metodología ya descrita, el trazado de la ruta, que se describe en detalle para cada subtramo más adelante, evita aquellos ambientes naturales, asentamientos humanos o zonas de valor histórico cultural, que implicarían un mayor impacto ambiental del proyecto. De tal suerte que al evitar esos ambientes, el trazado como tal es ambientalmente viable, mediando los condicionantes que emanen del estudio de impacto ambiental de aquellos tramos o subtramos cuyas condiciones se consideren críticas y donde se requieran medidas precautorias, de mitigación o compensación, asunto que será presentado en su momento en el Plan de Gestión Ambiental respectivo.

A.5.2. Descripción por Tramos Homogéneos

A continuación se ofrece una descripción pormenorizada de las características biofísicas y socioeconómicas más relevantes de cada uno de los tramos homogéneos, así como el

detalle de los cambios que se sugieren en el trazado de la ruta, cuando este es el caso, en cada uno de los subtramos.

A.5.2.1. Tramo Homogéneo CR-1: Frontera de Nicaragua–Cruce a Upala

El tramo homogéneo CR-1 inicia en la frontera con Nicaragua y se extiende hasta el Río Sapoá al sur, para una extensión de 17,62 Km. Recorre por el distrito de La Cruz, perteneciente al cantón del mismo nombre cuyos poblados principales son: Copalchí, Vueltas, Montes de Oro, y La Cruz como cabecera de cantón. Atraviesa el Refugio Nacional de Vida Silvestre Corredor Fronterizo, en la parte inicial de su recorrido.

Se caracteriza por ser una zona cubierta de pastos con pequeños parches de bosque, especialmente a orillas de las quebradas y ríos principales. Presenta una precipitación promedio anual de 2 000 mm y una estación seca marcada por lo menos cinco meses al año.

Las quebradas y ríos presentan poco caudal y generalmente se secan en época seca. Los cauces fluviales que atraviesa la línea en este tramo son, de norte a sur: Quebrada Pimienta, Quebrada Mina, Río Carrizal, Quebrada Dantas, Quebrada Cacao, Quebrada Danta, Río Sonzapote, Río Pococitos y Río Sapoá.

En cuanto a infraestructura vial, la carretera principal es la Interamericana Norte, que corta este tramo de norte a sur. Se presentan carreteras secundarias asfaltadas que llegan a los poblados principales. Existe una red de caminos terciarios que en la mayoría de los casos son de muy corta distancia y no están asfaltados.

Ecológicamente la línea pasa por dos zonas de vida que son: bosque húmedo tropical, y bosque húmedo premontano transición a basal.

La geología de la zona se caracteriza por presentar dos formaciones. La primera se presenta al sur del área y está formada de rocas sedimentarias de aguas profundas, sobre todo calizas, areniscas y lutitas, todas de origen turbidítico y de edad Cretácico a Plioceno. La segunda también se presenta al sur y consiste en ignimbritas de la Formación Liberia de edad Plioceno Superior.

En cuanto a la geomorfología, se pueden distinguir dos áreas importantes. Las ignimbritas al sur presentan pendientes suaves y un paisaje moderadamente ondulado, con pendientes entre 15% a 30%. La segunda zona se presenta en las serranías que forman las turbiditas y que son escarpadas de pendiente entre 45% a 60%, de origen netamente sedimentario, de fuertemente ondulados a moderadamente ondulados.

En cuanto a suelos se caracteriza por ser una zona cuya capacidad de uso es de la de cultivos anuales al norte y de uso forestal al sur, sin embargo hay una franja cuyo uso actual es agropecuario, sobretodo para ganado de engorde. Edafológicamente son suelos del orden de los Entisoles, primordialmente, y se presentan también Mollisoles e Inceptisoles. Los primeros son suelos jóvenes con poco desarrollo de horizontes, de color

rojizo y muy poco fértiles. Los Mollisoles se presentan al norte y son suelos con un horizonte A muy profundo, son muy ácidos y con mucha presencia de arcilla.

En cuanto a riesgo la zona no presenta ningún peligro, ya que las fallas activas se encuentran muy al sur y no presenta riegos por deslizamiento ni inundación.

A.5.2.2. Tramo Homogéneo CR-2: Cruce Upala- Río Mechás

El tramo homogéneo CR-2 se inicia en el Río Sapoá al norte hasta el Río Mechás al sur, para una extensión de 29,57 Km. Pasa por los distritos de La Cruz, La Garita del cantón de La Cruz y Santa Cecilia de Upala. El uso de la zona es principalmente pastos y algunos parches de bosques secundarios de considerable extensión hacia el norte y este del tramo. Es importante mencionar la presencia de cultivos de naranja, siendo el principal de la zona. La presencia de bosque primario es escasa y se presenta principalmente en los cauces de los ríos y quebradas. La precipitación media anual en esta zona es de 2 500 mm y presenta una época seca de 5 a 6 meses. Los poblados más grandes presentes en este tramo son: La Garita y Santa Cecilia, ubicados al norte del transecto. Los ríos y quebradas que cortan este tramo presentan caudal considerable, siendo los principales: Río Sapoá, Quebrada El Amo, Río Guachipelín, Quebrada Leona, Quebrada Café, Río Cañita, Río Chon, Río Seco y Río Orosí.

En cuanto a infraestructura vial la carretera principal que pasa cerca del tramo es la carretera que une Santa Cecilia con el cruce de la Carretera Interamericana Norte. Esta ruta se encuentra asfaltada y en buen estado Presenta una red secundaria importante en regular estado y una red terciaria, que no está asfaltada y lleva a caseríos y fincas de la zona.

Las Zonas de Vida presentes en esta faja son: bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano transición a basal.

La geología del área se caracteriza por la presencia de las ignimbritas de la Formación Liberia, que son originadas por flujos incandescentes y cuya composición es andesítica hasta riolítica y que en algunos casos presenta intercalaciones de depósitos fluviales, siendo su edad del Plioceno superior. Hacia el este del tramo se presentan algunas coladas de lava y lahares originadas en el Volcán Rincón de la Vieja.

Geomorfológicamente el área es una típica meseta ignimbrítica, compuesta por zonas planas con paisajes ondulados a moderadamente ondulados y cuya pendiente oscila entre los 5% a 15%. Hacia el extremo este se presenta el pie de monte de la Cordillera Volcánica de Guanacaste, caracterizado por paisajes escarpados a moderadamente escarpados y cuya hidrología tiene fuerte control estructural debido a la presencia de coladas de lavas. Las pendientes van de 30% a 60%.

Los suelos en este tramo son de capacidad agrícola para cultivos permanentes, con categorías de protección en las partes altas. Edafológicamente son del orden de los Inceptisoles, es decir suelos jóvenes con un horizonte B cámbico, sin ningún otro

horizonte diagnóstico. Hacia el este se encuentra una zona con suelos Ultisoles caracterizados por un horizonte argílico y alto contenido de Materia Orgánica.

En cuanto al riesgo se presentan algunas fallas activas que generan sismos no mayores a los 2° de intensidad y que son de origen volcánico, por la presencia de aparatos volcánicos como el Rincón de la Vieja, que está activo y el Orosí. No hay reportes de deslizamientos, además de que por su topografía y relieve es muy difícil que se presenten fenómenos naturales de este tipo.

A.5.2.3. Tramo Homogéneo CR-3: Río Mechás -Río Lagarto

Se inicia en el Río Mechás al norte y finaliza en el Río Lagarto al sur, con una extensión de 127,9 Km. Recorre los distritos de Dos Ríos y Aguas Claras, que pertenecen al cantón de Upala; Fortuna y Bagaces que pertenecen al cantón de Bagaces; Cañas, Bebedero y San Miguel pertenecientes al cantón de Cañas; Las Juntas y Colorado, que pertenecen al cantón de Abangares y el distrito de Puntarenas que pertenece al cantón del mismo nombre. La única área protegida que atraviesa es la Zona Protectora Volcán Miravalles. Su uso actual es principalmente cultivos de naranja, pastos y el bosque se encuentra en parches cerca de los ríos y las partes altas de la cordillera y en un parche de importante tamaño cerca del Río Lagarto. El cultivo extensivo de caña es la principal actividad agrícola. El bosque secundario se presenta en forma de pequeños parches a lo largo de todo el tramo asociados a ríos y quebradas.

La precipitación media anual para esta faja oscila entre 1 400 mm en el norte y 2 500 mm al sur cerca de Las Juntas de Abangares, alcanzando hasta seis meses secos por año.

Existen en este tramo varios ríos de gran caudal y que son atravesados por la línea, como: Río Mechás, Río Haciendas, Río Pizote, Río Caño Negro, Río Raudales, Río Guayabo, Río Tenorio, Río Abangares, Río Cañamazo y Río Lagarto. Otros ríos y quebradas que atraviesa este tramo son, de norte a sur: Quebrada Chepa, Quebrada Pablo, Quebrada El Carro, Quebrada Brava, Quebrada Higuierón, Quebrada Fortuna, Quebrada Danta, Quebrada Loma Alta, Quebrada Florentina, Quebrada Poza de Agua, Río Jabilla, Quebrada Salitral y Quebrada Tortugal.

En cuanto a poblados existen una gran cantidad en esta ruta, siendo los principales: Santa Cecilia, San Isidro, Guayabo, La Fortuna, Bagaces, Cañas, San Miguel y Colorado.

La infraestructura vial se encuentra en buen estado, siendo la Carretera No. 6 entre Cañas y Upala la principal arteria que atraviesa el tramo. Hacia el sur y cerca de Cañas es atravesada por la Carretera Interamericana. Otra carretera importante es la que une Upala con La Cruz y que se encuentra asfaltada en una parte y lastreada en la otra. La red secundaria se encuentra en buen estado ya que llega a cabeceras de cantón y en muchos casos a cabeceras de distritos. La red terciaria esta en mal estado y muchas veces no está asfaltada.

Geológicamente este tramo se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas del Cuaternario, sobretodo coladas de lava de los volcanes de la Cordillera, aglomerados, así

como lahares y algunos depósitos de cenizas. Al centro encontramos las ignimbritas de la Formación Bagaces, que son flujos incandescentes de composición andesítica a riolítica de edad Pleistoceno superior. Al sur se encuentran algunas rocas volcánicas del terciario, sobre todo tobas y brechas andesíticas. Más al sur cerca del Río Lagarto afloran depósitos aluviales del Cuaternario. En los ríos se depositan gran cantidad de sedimentos aluviales, que se intercalan con los depósitos ignimbríticos.

Las zonas de vida presentes en este tramo son: bosque muy húmedo premontano transición a basal, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo tropical transición a premontano, bosque húmedo premontano transición a basal, bosque seco tropical y bosque húmedo tropical transición a seco.

En cuanto a la geomorfología, la parte norte es una planicie aluvial caracterizada por paisajes de moderadamente ondulados a ondulados, asociados a erosión del tipo fluvial, con pendientes entre 5% y 15%. Hacia el centro del tramo se presentan las zonas más abruptas, con pendientes entre 15% a más de 60% y que son típicas de zonas de pie de monte de la Cordillera Volcánica de Guanacaste. Conforme se está más cerca de la zona de Cañas la pendiente va disminuyendo hasta alcanzar 2%, típica de las mesetas ignimbríticas presentes en la zona.

De acuerdo con la capacidad de uso, los suelos son aptos para la agricultura con manejo, sobretodo para cultivos como los frutales, el café y forestales. En cuanto al uso forestal, se presentan parches tanto al sur como hacia el centro, sobre todo en zonas de alta pendiente.

Los suelos en esta faja presentan mucha variedad, encontrándose Alfisoles, Entisoles, Entisoles/Inceptisoles, Inceptisoles, Inceptisoles/Entisoles, Mollisoles y Vertisoles. El primer orden se caracteriza por suelos con un horizonte argílico con más de 35% de saturación de bases, con alto potencial de fertilidad y se localizan principalmente al sur y centro del tramo. Los Entisoles se encuentran en el norte del tramo y se caracterizan por ser jóvenes con poco desarrollo de horizontes, de baja fertilidad y arcillosos. Los Entisoles/Inceptisoles, son una mezcla de suelos recientes con poco desarrollo de horizontes y con un horizonte B cámbico poco desarrollado, presentan fertilidad media y se encuentran en la parte norte del tramo. Los Inceptisoles son suelos jóvenes con un horizonte B cámbico, que es el único horizonte diagnóstico, presentan fertilidad media y se encuentra en la parte norte. Los Inceptisoles/Entisoles, se encuentran en la parte central del trayecto y se caracterizan por ser suelos jóvenes, de baja fertilidad y mal desarrollo de horizontes. Los Mollisoles se encuentran en el centro-sur del tramo y se caracterizan por ser suelos con un horizonte A profundo, pH alto, alta concentración de materia orgánica y alto potencial de fertilidad. Todos los suelos mencionados tienen regular capacidad de absorción, lo que presenta algún problema de drenaje. Por último están los Vertisoles que son suelos muy arcillosos, pesados y con 35% de arcilla con serios problemas de drenaje, que los hace un suelo difícil de manejar, presentes en la parte central del tramo. Los Andosoles, derivados de cenizas volcánicas.

Existe riesgo por fallas geológicas en algunas partes del tramo, pero no presentan actividad de importancia y están más asociadas a los volcanes que a subducción. Un problema en este tramo es el desbordamiento de ríos, como el Río Tenorio cerca de

Cañas, pero que no representa peligro para la línea. No existen problemas de deslizamientos.

A. 5.2.4. Tramo Homogéneo CR-4: Río Lagarto-Río Grande de Tárcoles

Este tramo homogéneo inicia en el Río Lagarto y finaliza en el Río Grande de Tárcoles, con una extensión es de 61,99 Km. Pasa por los distritos de Chomes, Pitahaya, Puntarenas, Barranca y Chacarita, pertenecientes al cantón de Puntarenas; San Isidro y Miramar que pertenecen al cantón de Montes de Oro; Espíritu Santo, San Rafael y San Juan Grande que pertenecen al cantón de Esparza; Jesús María que pertenece al Cantón de San Mateo y Mastate, La Ceiba y Coyolar, que pertenecen al cantón de Orotina. La única área protegida que atraviesa es el Refugio Nacional de Vida Silvestre Finca la Avellana, que se encuentra en el extremo sur del tramo. La cobertura principal son los pastos y los cultivos permanentes y anuales como el café. El bosque principal es del tipo secundario y el poco primario que queda, está en las quebradas y ríos de la zona.

La precipitación media anual es entre 2 000 mm al norte y 3 000 mm al sur, con 4 a 5 meses secos al año.

Este tramo pasa por uno de los principales ríos del país como lo es el Río Grande de Tárcoles, en el extremo sur. Otros ríos y quebradas que atraviesa son, de norte a sur: Quebrada Tortugal, Quebrada La Palma, Quebrada Salitral, Quebrada Molejones, Quebrada Cortina, Río Guacimal, Río Sardinal, Río Aranjuez, Quebrada Palo, Quebrada Espavel, Quebrada Negros, Río Naranjo, Quebrada Chaguíte, Río Barranca, Río Esparza, Río Parres, Río Jesús María, Río Machuca, Quebrada Grande, Quebrada Chica, y Quebrada Bejuco.

En cuanto a los poblados, existen muchos en este tramo, sin embargo los que más cerca están del trazado son: Cebadilla, Aranjuez, Punta de Plancha, Barranca, Humo, Juanilama, Poza Redonda Labrador, Guayabal, Coyolar y Limonal.

La infraestructura vial está en muy buen estado y muy extendida en toda el área, siendo la Carretera Interamericana la más importante. Otras carreteras de orden secundario y que están en buen estado son las que llevan hacia Puntarenas y hacia el puerto de Caldera y las zonas turísticas del Pacífico central. En cuanto a la red terciaria, está en buen estado, aunque se presentan problemas en algunos casos.

La geología de este tramo es muy diversa. Al norte son rellenos aluviales y coluviales del Cuaternario, entre los que se incluye, tanto depósitos de río como de pie de monte. Hacia el este aparece la Formación Aguacate, caracterizada por rocas volcánicas indiferenciadas del Terciario. Al sur del tramo se presenta la Formación Punta Carballo, caracterizada por rocas sedimentarias volcanoclásticas y algunos depósitos calcáreos de edad Eoceno.

Las Zonas de Vida presentes en esta región son: bosque húmedo premontano transición a basal, bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transición a seco.

Geomorfológicamente este trecho se caracteriza por zonas de paisajes suaves y terrenos ondulados a suavemente ondulados, presentes al norte y sur del tramo y cuya pendiente no sobrepasa 15%, asociados a depósitos de origen aluvial. Hacia el centro se presenta una topografía más escarpada con terrenos fuertemente ondulados y paisajes más quebrados. Los ríos presentan cañones más profundos y de paredes más empinadas y generalmente tienen un control estructural debido a la presencia de fallas y rocas más duras. Las pendientes oscilan entre 30% a más de 60%; son formas de origen sedimentario, asociadas a levantamientos recientes.

La capacidad de uso indica que son suelos aptos para cultivos tanto anuales como para cultivos permanentes, en ambos casos con manejo. Se presenta una pequeña zona de aptitud forestal en el centro del tramo, que es la de mayor pendiente.

En cuanto a suelos la zona presenta suelos de los siguientes órdenes: Alfisoles, Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles. Los primeros, se presentan en la mayoría del transecto y son suelos con un horizonte argílico con un 35% de saturación de bases, con alto potencial de fertilización y mal drenaje. Los Inceptisoles, presentes al sur del área, son suelos mal drenados, con baja fertilidad, jóvenes, con un horizonte B cámbico, sin otro horizonte diagnóstico. Los Mollisoles se presentan en un pequeño parche en el centro del trecho y son suelos jóvenes con poco desarrollo de horizonte, de mal drenaje y poco fértiles.

En cuanto al riesgo la zona presenta algunas fallas activas que provocan sismos de hasta 4° en intensidad, sin embargo han permanecido inactivas por varios años. Éstas están asociadas al proceso de subducción. En la zona se han presentado problemas de pequeños deslizamientos, en zonas donde hay pastos, asociados a cortes de carreteras, por lo que se presentan concentrados y localizados en estas zonas. El Río Barranca tiende a inundarse en su desembocadura, sobretodo en la época de mayor lluvia.

A.5.2.5. Tramo Homogéneo CR-5: Río Grande de Tárcoles-Río Parrita.

El tramo homogéneo CR-5 se inicia en el Río Grande de Tárcoles y finaliza en el Río Parrita, para una longitud total de 44,51Km.

La línea en este tramo atraviesa los siguientes distritos: San Juan de Mata que pertenece a Turrubares, Chires que pertenece a Puriscal y Parrita que pertenece al cantón del mismo nombre. Atraviesa áreas protegidas de importancia como son: Parque Nacional Carara, Zona Protectora Cerros de Turrubares, Refugio Nacional de Vida Silvestre Fernando Castro Cervantes y el Refugio Nacional de Fauna Silvestre CACYRA.

Los usos principales en esta faja son el pasto y los cultivos permanentes y anuales, sobretodo al sur. Se presenta una gran extensión de bosque en las áreas protegidas anteriormente mencionadas, siendo los de mayor extensión en todo el recorrido de la línea. También se pueden encontrar parches de bosque primario de importancia hacia el sur del tramo.

La precipitación media anual oscila entre los 3 000 mm y los 4 000 mm, con 3 a 4 meses secos al año.

Este tramo atraviesa los siguientes ríos y quebradas: Río Grande de Tárcoles, Río Turrubares, Quebrada Blanca, Quebrada Honda, Quebrada Mariposa, Río Carara, Quebrada Cimarruda, Quebrada Gemelas, Río del Sur, Río Tulín, Río Arenal, Río Guarumal, Río Turbio, Río Chires, Río Negro, Quebrada Pirrís y Río Parrita.

En cuanto a poblados, los más cercanos a la línea de transmisión son: San Juan de Mata, Bajos La Laguna, El Sur, Delicias, San Jerónimo, La Gloria, Fila Aguacate, Chirracá, San Gerardo, Valle Vasconia y Playón.

La infraestructura vial primaria se encuentra en buen estado, ya que es la vía principal hacia centros turísticos importantes como Jacó y Quepos. La red secundaria se encuentra en regular estado y la terciaria esta en pésimo estado.

Geológicamente, esta zona se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias del Cretácico superior al Plioceno, siendo éstas complejos turbidíticos de la Formación Sabana Grande, que se encuentra al sur del tramo. Al centro aflora el Complejo de Nicoya, que es un complejo ofiolítico compuesto por basaltos toleíticos intercalados con calizas y sedimentos pelágicos. Su edad es de Jurásico Superior a Cretácico Inferior. Más al norte afloran las rocas volcanoclásticas de la Formación Aguacate, de edad Terciaria. En algunas partes del norte se presentan depósitos cuaternarios de origen aluvial.

Las Zonas de Vida que atraviesa la línea en este transecto son: bosque húmedo tropical, bosque húmedo tropical transición a perhúmedo, bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano transición a basal, bosque muy húmedo premontano transición a pluvial y bosque muy húmedo tropical.

En cuanto a la geomorfología, podemos decir que son terrenos escarpados con pendientes entre 30% y 60% de pendiente, con cañones profundos y paredes verticales, donde la presencia de cataratas y cascadas es muy frecuente. Este tipo de paisaje esta asociado a rocas de alta dureza y levantamientos recientes. Por otra parte se relaciona con pie de montes muy cortos. Entre los cerros de alta pendiente se encuentran zonas de aluviones planas y de paisaje ondulado, con pendientes entre 5% y 30%.

La capacidad de uso nos indica que son suelos en su mayoría de vocación forestal, presentándose hacia el este zonas de vocación agrícola para cultivos permanentes con algún grado de manejo. Los terrenos de mayor pendiente son de aptitud para conservación.

En cuanto a suelos, los principales órdenes que se presentan son: Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles, siendo los últimos los que abarcan la mayoría del transecto, caracterizados por tener un horizonte argílico, con un 20% de arcilla, profundos, con buen drenaje, y de fertilidad de mediana a baja. El otro tipo de suelo presente es del orden de los Alfisoles, que son suelos de un horizonte argílico con más de un 35% de saturación de bases, poco fértiles y mal drenados.

En cuanto al riesgo se puede decir que el principal problema son unas fallas geológicas que se encuentran activas al sur del transecto y que generan sismos de importante

magnitud. Por otra parte, la generación de sismos en la Zona de Subducción de la Fosa Mesoamericana, es un factor que debe ser tomado en cuenta. Los deslizamientos son poco frecuentes y se concentran en zonas de pastos sin haberse reportado eventos de gran magnitud.

A.5.2.6. Tramo Homogéneo CR-6: Río Parrita-Río Savegre

El tramo homogéneo CR-6 recorre desde el Río Parrita hasta el Río Savegre, para una extensión total de 37,82 Km. Este tramo se ubica en los siguientes distritos: Parrita que pertenece al cantón del mismo nombre, Quepos y Naranjillo, pertenecientes al cantón de Aguirre. No atraviesa ninguna área silvestre protegida.

El uso principal del suelo en este transecto son los pastos y los cultivos. Es importante mencionar la presencia de gran cantidad de áreas de bosque, lo cual representa cerca del 40% del subtramo. Estos bosques son tanto primarios como secundarios.

La precipitación media anual varía entre 3 000 mm, al norte y 5 000 mm al sur, con apenas tres meses secos al año.

Este subtramo atraviesa los siguientes ríos y quebradas: Río Parrita, Quebrada Surubres, Quebrada Sardinal, Río Palo Seco, Río Pocarito, Quebrada San Cristóbal, Río Valeria, Río Damitas, Río Damas, Quebrada Apagón, Río Cañas, Quebrada Dantas, Quebrada Gallega, Quebrada Salto, Río Naranjo, Quebrada Boruca y Río Savegre.

Los poblados principales en este tramo son: Surubres, Porvenir, San Rafael Norte, San Antonio, Cañas, Cotos, Paso Real, Tacorí, Villa Nueva y Bijagual.

La infraestructura vial en general se encuentra en regular estado, siendo la Costanera Sur la vía de más uso. La red secundaria y terciaria se encuentra en muy mal estado.

La geología de este tramo se caracteriza por la presencia del Complejo Ofiolítico de Nicoya, que son basaltos toleíticos, con intercalaciones de sedimentos y calizas pelágicas del Cretácico. También se presentan calizas y turbiditas del Cretácico al Plioceno y por último sedimentos aluviales y coluviales del cuaternario.

En este tramo se atraviesan las siguientes zonas de vida: bosque húmedo tropical transición a perhúmedo, bosque muy húmedo premontano transición a basal y bosque muy húmedo tropical.

Geomorfológicamente son terrenos de alta pendiente (30% a 60%), debido a la presencia de un pie de monte bien definido hacia el este, por las serranías de Savegre.

Al oeste se presentan llanuras aluviales con paisajes ondulados a moderadamente ondulados y pendientes entre 15% y 30%, con terrenos muy fértiles.

La capacidad de uso nos indica que son suelos aptos para uso forestal en las partes altas y en las partes bajas aptos para cultivos anuales. Sin embargo, la presencia de cultivos

anuales y permanentes en las partes altas indica sobreexplotación del suelo, lo cual provoca serios problemas de erosión y sedimentación en los ríos.

La principal característica de los suelos en esta zona es que son poco profundos y de baja fertilidad. Sin embargo los suelos que se presentan en las partes bajas y en los depósitos aluviales son profundos y muy fértiles. Las clases presentes son los Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles, siendo estos últimos los de mayor extensión.

En cuanto a riesgo es importante indicar la presencia de fallas activas al sur del área y asociadas al proceso de subducción y que corren de noroeste a sureste. Lo importante es que generan sismos de más de 5° de intensidad, además, igual que en el tramo anterior, la zona de subducción genera sismos muy altos. No hay reportes de deslizamientos de gran magnitud, por lo que esto no es un problema serio. En cuanto a inundaciones hay reportes de que el Río Naranjo tiene problemas de este tipo, sin embargo ya la Comisión Local de Emergencias ha tomado las prevenciones del caso.

A.5.2.7. Tramo Homogéneo CR-7: Río Savegre a 572 112 W-133 492 N

El tramo homogéneo CR-7 inicia en el Río Savegre y finaliza en las coordenadas Lambert Costa Rica Norte 572 112 W -133 492 N, para una extensión total de 50,85 Km. Los distritos que atraviesa son: Savegre que pertenece al cantón de Aguirre, Barú y San Isidro del General, que pertenecen al cantón de Pérez Zeledón.

Las Áreas Silvestres Protegidas presentes son: Refugio Nacional de Vida Silvestre Portalón, que es un refugio privado y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Transilvania.

La cobertura del suelo en esta zona consiste principalmente en pastos y cultivos, presentándose bosques en las zonas de mayor pendiente y en las áreas protegidas existentes.

La precipitación media anual para el área es de 2 500 mm hasta los 5 000 mm en la parte más al norte, con un promedio de 3 a 4 meses secos por año.

La línea pasa por los siguientes ríos y quebradas: Quebrada Colorada, Quebrada Culebra, Quebrada Fría, Río Portalón, Quebrada Astúa, Quebrada Nubes, Quebrada Cisneros, Río Guabo, Quebrada Salto, Quebrada Negra, Quebrada Cabro, Quebrada Tumbas y Quebrada Ceibo.

Los principales pueblos son: Silencio, Guabas, Pasito, Portalón, Dos Bocas Tierras Morenas, Guabo, Magnolia, Tinamastes, Tumbas, Ceibo y Aguas Buenas.

La infraestructura vial se encuentra en regular estado siendo la carretera que conduce a Dominical y la Costanera Sur las principales arterias de la zona. La red secundaria se encuentra en mal estado, al igual que la terciaria, que lleva generalmente a fincas y poblados internos del territorio.

Geológicamente se presentan dos formaciones: las calizas, lutitas, areniscas y turbiditas de la Formación Térraba, de edad Cretácica a Plioceno y depósitos aluviales y de playa del Cuaternario.

Las Zonas de Vida que se presentan en esta zona son: bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano transición a basal, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical transición a premontano y bosque pluvial premontano.

La geomorfología del tramo presenta terrenos escarpados y fuertemente ondulados con pendientes entre 45% y 60%, características de los cerros que cruzan la mayor parte de la zona. Los cerros son angostos y de paredes muy empinadas, con cañones profundos y afilados. En los depósitos aluviales del norte el terreno es plano a ondulado, con pendientes entre 15% a 20%, típicos de este tipo de depósitos.

La capacidad de uso indica que son suelos aptos para cultivos en la parte sur, mientras que en la parte central y norte son de vocación forestal, lo cual indica que por su uso actual son suelos sobre explotados y propensos a procesos erosivos.

Los suelos pertenecen a las siguientes clases: Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles, siendo estos últimos los de mayor extensión. Son suelos con un horizonte argílico, con menos de 35% de saturación de bases, mala fertilidad y mal drenaje. Las otras dos clases se presentan en las zonas de los aluviones y son relativamente más fértiles que los Ultisoles, aunque presentan problemas de acidez.

El principal riesgo lo constituyen los deslizamientos sobretodo al sur de la zona. En general son de gran magnitud y se originan por el mal manejo del suelo, que asociado a las altas precipitaciones, provocan este tipo de fenómeno. Sin embargo es un riesgo que puede ser manejado y que no representa un peligro para la obra. Hay una falla activa al noroeste del área pero que no genera sismos de alta magnitud. No hay reporte de inundaciones en esta zona.

A.5.2.8. Tramo Homogéneo CR-8: 572 112 W-133 492 N-596 416 W-106 663 N

El tramo homogéneo CR-8 inicia en las coordenadas Lambert Costa Rica Norte 572 112 W-133 492 N y finaliza en las coordenadas Lambert Costa Rica Norte 596 416 W-106 663 N, cerca de Palmar Norte y tiene extensión de 43,06 Km. Los distritos que corta este tramo son: Platanares y Pejibaye, que pertenecen al cantón de Pérez Zeledón; Colinas del cantón de Buenos Aires; Puerto Cortes y Palmar del cantón de Osa. No atraviesa ningún Área Silvestre Protegida.

El uso del suelo es principalmente pastos y cultivos permanentes. Se presentan bosques de importante extensión en la parte sur que pertenecen al Humedal de Térraba-Sierpe, sin embargo no se incluyen dentro de la zona protegida. La precipitación media anual es entre 2 500 mm y los 4 000 mm al sur del transecto, con solo tres meses secos al año.

La línea paso por los siguientes ríos y quebradas: Río Platanares, Quebrada San Miguel, Río Pejibaye, Quebrada Cañas, Quebrada Salto, Quebrada Molinete, Quebrada Santa Fe,

Quebrada Guagaral, Río Balsán, Río Pavón, Quebrada Cruz, Quebrada Tigre, Río Camaronal, Quebrada Fría, Quebrada Batambal y Quebrada Benjamín.

Los principales pueblos son: Socorro, Vista de Mar, San Gerardo, Sierra, Desamparados, Trinidad, Veracruz, San Rafael, Balsar, Palmar Sur y Palmar Norte.

La infraestructura vial primaria se encuentra en buen estado siendo la Interamericana Sur la principal vía de comunicación en esta zona. La red vial secundaria se encuentra en buen estado y la terciaria se encuentra en muy mala situación.

La geología de la zona se caracteriza por la presencia de afloramientos de la Formación Térraba, caracterizada por depósitos turbidíticos de calizas, areniscas y lutitas de edad Cretácica. Además, al sur se encuentran los depósitos aluviales del Río Grande de Térraba que son del Cuaternario.

Las Zonas de Vida que se presentan en esta zona son: bosque pluvial premontano, bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo tropical transición a premontano, bosque muy húmedo tropical transición a premontano, bosque muy húmedo premontano y bosque muy húmedo tropical.

Geomorfológicamente se caracteriza por terrenos y paisajes fuertemente ondulados con pendientes entre 30% a más de 60%, típico de las serranías del sur del país y de la Formación Térraba, la cual se asocia a una falla de tipo transversal, que provocó el levantamiento de esta zona. Los depósitos aluviales del Río Térraba son plano ondulados con pendientes entre 5% y 15%, con paisajes típicos de estos sedimentos.

La capacidad de uso indica que los suelos de esta zona son de aptitud agrícola tanto al sur como al norte del área, con serios problemas de deslizamientos. Hacia el centro se presenta una zona de vocación forestal que no está protegida.

Las clases de suelos presentes en este tramo son: Ultisoles que como se dijo anteriormente, son de baja a mediana fertilidad, poco profundos y con un horizonte argílico. Los depósitos aluviales pertenecen a la clase de los Inceptisoles que son suelos jóvenes con un horizonte B cámbico.

El riesgo principal en este tramo se presenta al norte pues es una zona propensa a los deslizamientos, al igual que en el tramo anterior. Sin embargo, son deslizamientos que pueden ser manejados con obras ingenieriles y de prevención. El tramo es atravesado por la falla longitudinal del sur de Costa Rica, que no genera sismos de importancia y es la que ha provocado el levantamiento de esta zona.

El Río Grande de Térraba tiende a llenar e inundarse, sin embargo ningún punto de inflexión cae en su zona de influencia.

A.5.2.9. Tramo Homogéneo CR-9: 596 416 W-106 663 N - Río Lagarto

Se inicia en las coordenadas Lambert Costa Rica Norte 596 416 W -106 663 N y finaliza en el Río Lagarto, para una longitud total de 54,75 Km. Los distritos que atraviesa son: Palmar del cantón de Osa y Guaycará del cantón de Golfito. No atraviesa ninguna Área Silvestre Protegida.

El uso del suelo en este tramo es bosque, ya sea primario o secundario. El uso agropecuario; que consiste en pastos, cultivos permanentes y anuales, se presenta al norte de la zona, en muy poca extensión y está representado principalmente por palma aceitera.

La precipitación media anual está entre los 3 000 mm en el centro hasta los 5 500 mm al norte, con solo 2 a tres meses secos al año.

La línea en este tramo atraviesa los siguientes ríos y quebradas: Río Grande de Térraba, Quebrada Guabo, Quebrada Silencio, Quebrada Bruja, Río Culebra, Río Bonita, Quebrada Túnel, Quebrada Arroyo, Río Sábalo, Río Salama Nuevo, Río Salama Viejo, Río Piedras Blancas, Quebrada Florida, Quebrada Cantera, Quebrada Camacho, Río Coto Colorado y Río Lagarto.

Los principales poblados son: San Gabriel, Olla Cero, San Francisco, Villa Colón, Santa Rosa, Venecia, Piedras Blancas, Guaría, Unión de Coto y San Francisco.

La infraestructura vial primaria se encuentra en buen estado siendo la Interamericana Sur la principal vía de comunicación en esta zona. La red vial secundaria se encuentra en buen estado y la terciaria se encuentra en muy mala situación.

En la zona afloran rocas de la Formación Térraba, que son depósitos turbidíticos de calizas, areniscas y lutitas de edad Cretácica. Se encuentran depósitos aluviales en la parte oeste, muy similares a los del tramo anterior.

Las Zonas de Vida que se presentan en esta zona son: bosque muy húmedo tropical transición a premontano, bosque muy húmedo tropical, y bosque muy húmedo premontano transición a basal.

La geomorfología del tramo se caracteriza por terrenos y paisajes fuertemente ondulados con pendientes entre 30% a más de 60%, típico de las serranías del sur del país y de la Formación Térraba, la cual se asocia a una falla de tipo longitudinal. Los depósitos aluviales son plano ondulados con pendientes entre los 5% y 15%, con paisajes típicos de estos sedimentos.

La capacidad de uso del suelo de este tramo es exclusivamente agrícola, tanto para cultivos permanentes como para cultivos anuales.

Los suelos presentes son principalmente Entisoles, que son jóvenes con poco desarrollo de horizontes, poco profundos y de fertilidad baja a mediana. Las otras dos clases que se presentan son los Ultisoles y los Inceptisoles, que también son suelos jóvenes, ácidos y

de fertilidad media. En los aluviones se presentan Ultisoles ricos en materia orgánica y menos pesados, que los hace suelos de muy fácil manejo.

El riesgo principal en este tramo se presenta al este ya que es una zona propensa a los deslizamientos. Sin embargo son deslizamientos que pueden ser manejados con obras ingenieriles y prevención. Este tramo, al igual que el anterior, es atravesado por la falla longitudinal del sur de Costa Rica, que no genera sismos de importancia. Hay otra falla cerca de Golfito que puede ocasionar sismos mayores a 5° en la escala de Richter, los cuales pueden ocasionar daños a la infraestructura o desprendimientos de ladera. No hay reportes de inundaciones.

A.5.2.10. Tramo Homogéneo CR-10: Río Lagarto-frontera con Panamá.

Inicia en el Río Lagarto y finaliza en la frontera con Panamá, con una distancia total de 23,14 Km. Cruza los distritos de Guaycará que pertenece al cantón de Golfito y el distrito de Corredor, perteneciente al cantón de Corredores. No atraviesa ninguna Área Silvestre Protegida.

El uso del suelo en esta área es principalmente bosque que se encuentra en la Fila de Cal, excluyendo el área agrícola al noroeste y al sur del transecto.

La precipitación media anual es de 4 500 mm a 5 500 mm, con solo tres meses secos al año.

La línea atraviesa los siguientes ríos y quebradas: Quebrada Chiricanos, Río Claro, Quebrada Mina, Río Caracol, Río Nuevo, Quebrada Limón, Río Caño Seco, Quebrada Luis Umaña, Quebrada Grande, Quebrada Negra y Quebrada Planes.

Los principales poblados son: Río Claro, Caracol Norte, Florida, Bajo Los Indios y Planes.

La infraestructura vial primaria se encuentra en buen estado siendo la Interamericana Sur la principal vía de comunicación en esta zona. La red vial secundaria se encuentra en buen estado y la terciaria se encuentra en muy mala situación.

La geología de este tramo está representada por la Formación Fila de Cal, que son calizas foraminíferas del Eoceno y depósitos cuaternarios de aluvión. Dichas formaciones fueron descritas anteriormente.

Las Zonas de Vida que se presentan en esta zona son: bosque muy húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical transición a premontano.

La geomorfología del tramo se caracteriza por terrenos muy quebrados con pendientes de más de 60%, típico de paisajes de calizas. Los cerros son muy agudos y de paredes muy verticales. Las zonas aluviales son de pendientes más suaves y paisajes más planos.

La capacidad de uso del suelo de este tramo es exclusivamente de uso forestal, y de uso agrícola en la parte donde aflora el aluvión.

Las clases de suelos presentes en este tramo son principalmente Entisoles, que son suelos jóvenes con poco desarrollo de horizontes, poco profundos y de fertilidad baja a mediana. Las otras dos clases que se presentan son los Ultisoles y los Inceptisoles, que también son suelos jóvenes, ácidos y de fertilidad media. En los aluviones se presentan Ultisoles ricos en materia orgánica y menos pesados, que los hace suelos de muy fácil manejo.



Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

SECCION B: Caracterización Ambiental

B.1. Medio Físico

B.1.1 Geología y Geomorfología

B.1.1.1 Geología

La inclusión de estudios geológicos como un criterio de diseño tiene como objeto identificar las características geotécnicas del área de estudio y reducir al máximo la vulnerabilidad del Proyecto a fenómenos geológicos. Con ello se pretende disminuir costos de construcción y reparaciones, mantener la continuidad del servicio y mitigar impactos en el medio ambiente.

Se describe la geología regional y las características geomorfológicas, además del detalle litológico de las zonas que recorre el tendido y los posibles problemas a encontrarse durante las etapas de construcción y mantenimiento.

B.1.1.1.1. Geología básica regional

El pequeño territorio de Costa Rica presenta una geología compleja, producto de una movilidad cortical intensa. La alternancia de períodos compresivos y tensionales ha favorecido los cambios de ambiente para la sedimentación, así como ha propiciado las condiciones adecuadas para la intrusión, vulcanismo y diversos tipos de fallamiento.

Costa Rica forma parte de un arco intra-oceánico entre el Pacífico y el Caribe (Kuypers 1979), resultado de la subducción de la Placa del Caribe. Se evidencia su actividad en la Fosa Mesoamericana, que se extiende desde la costa del Pacífico Norte de Costa Rica hasta México. Según la subdivisión propuesta por Dickinson (1974) para los sistemas arco-fosa, el área de estudio se ubica en el arco externo y en el arco interno (Mora, 1983).

Hace aproximadamente 150 millones de años, en el período Jurásico Superior, era Mesozoica, el continente americano se encontraba separado por un canal interoceánico limitado al Norte por lo que se ha llamado América Central Nuclear, y al Sur por el Espolón de Panamá (Lloyd 1963, en Castillo 1984). En este canal se dio una intensa actividad volcánica submarina. Como resultado de esta actividad, y por el levantamiento del fondo oceánico debido a la presión interna de la tierra, se formó un archipiélago de islas volcánicas.

Estas islas fueron erosionadas y se hundieron en el mar hacia finales del Cretácico y a principios del Paleoceno-Eoceno, hace aproximadamente 40 a 70 millones de años. El mismo proceso anterior, más los materiales acumulados en la cuenca oceánica por la sedimentación de los materiales erosionados de estas islas, originaron la isla de Guanarivas, que a su vez sufrió el mismo proceso de erosión y sedimentación. El proceso de erosión y acumulación de sedimento en la cuenca duró aproximadamente de 40 a 50

millones de años, y estos ocasionalmente eran expuestos a la superficie por presiones tectónicas.

Durante el Mioceno los sedimentos de la cuenca continuaron plegándose y afallándose, dando paso a la emersión de territorios que formarían parte de Costa Rica, como la Cordillera de Talamanca hace 7 a 12 millones de años, fenómeno que perduró hasta finales del Mioceno superior. Con el levantamiento final de Talamanca, hace 2 a 7 millones de años se inicia una intensa y extensa actividad volcánica. La actividad fue predominantemente fisural, a través de fallas y fracturas, el material se depositó sobre sedimentos preexistentes originando de esta manera la Cordillera de Tilarán y los Montes del Aguacate (grupo Aguacate).

Otro episodio volcánico posterior se inicia a finales del Plioceno, hace aproximadamente dos millones de años, las grandes erupciones de materiales a través de fisuras y conos dieron origen a las Cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central, y a las llanuras del Norte y Noroeste. A finales del Plioceno la fosa de Nicaragua se empezó a levantar y a rellenarse con materiales provenientes de volcanes y fisuras, así como de materiales erosionados de las mismas cordilleras, iniciándose así la formación de las llanuras del Atlántico, perfilándose la fisonomía actual del territorio de Costa Rica hace unos dos millones de años aproximadamente.

Producto de esta historia geológica, la vertiente pacífica de Costa Rica está integrada por una serie de formaciones geológicas sedimentarias y volcánicas cuya ubicación espacial es bastante compleja y conformadas por materiales de muy diverso origen.

Desde la frontera Norte hasta las cercanías de Hacienda Los Ahogados, la zona de estudio atraviesa la Formación Brito de origen sedimentario (areniscas, limonitas, calizas arrecifales, período Eoceno). Siguiendo el recorrido se presenta una formación de origen volcánico del Plioceno (tobas riolíticas, pómez, lavas columnares e ignimbritas). En las vecindades de Liberia se presenta una formación lahárica del cuaternario aún no diferenciada.

Lavas y lahares andesíticos de la Cordillera de Guanacaste

Los productos pleistocénico-holocénicos de los conos volcánicos de la Cordillera de Guanacaste: Orosí, Rincón de la Vieja, Miravalles y Tenorio, principalmente, afloran en la parte noroeste del área y han sido agrupados por poseer características geoquímicas muy similares.

Conforman una extensa y espesa unidad, que incluye coladas de lava andesítica, lahares, algunos depósitos cenicientos y lapillicos y brechas lavicas y que se interdigitan con las rocas piroclásticas de la Meseta de Santa Rosa.

La meseta ignimbrítica de Santa Rosa, ocupa un área de aproximadamente 1 500 Km² entre la costa pacífica al oeste y la cordillera de Guanacaste al este, La Cruz al norte y Cañas al sur. Consiste de una secuencia de varios depósitos de flujos piroclásticos, e ignimbritas, depósitos de pómez y oleadas piroclásticas, intercaladas con sedimentos fluvio-lacustres y algunos lavas andesíticas.

Al noroeste de la cordillera de Guanacaste, afloramientos de esta unidad piroclásticas son escasos, probablemente debido a la fuerte meteorización en esta zona.

De acuerdo con sus características, la meseta de Santa Rosa se divide en dos formaciones (Dengo, 1 962, Tournon, 1 984). La inferior o Formación Bagaces contiene rocas con una coloración gris, muchas veces ignimbritas soldadas con fiames negros. La unidad superior o Formación Liberia presenta una coloración clara, muchas veces blanca o rosada, contiene mucha pómez y cuarzo y también fenocristales de biotita y hornblenda.

El flujo de mayor extensión que puede ser utilizado como estrato guía, es el “Flujo de pómez biotítico del Río Liberia” que forma la base de la Formación Liberia. Su composición es riolítica con hasta 77% de sílice, por el cual son las rocas ígneas más ácidas de todo Costa Rica. Una extensión entre 3 500 y 4 000 km² y un volumen de 34 Km². Este flujo fue datado en 1,6 Ma y probablemente se localizó en las cercanías del Volcán Rincón de la Vieja (Chiesa, 1 991).

Encima del flujo de pómez biotítico sigue una secuencia de flujos piroclásticos de menor extensión, cuya edad varía entre 1,4 y 0,5 Ma. Estos flujos han sido relacionados con el colapso de la caldera de Guayabo al pie del volcán Miravalles (Chiesa et al., 1 992). El espesor de la secuencia es de aproximadamente 45 m, cubren un área de aproximadamente 300 km² entre el volcán Miravalles, Bagaces y Liberia y tienen un volumen mayor de los 30 km³. Se trata de flujos piroclásticos con intercalaciones de depósitos sedimentarios, oleadas piroclásticas, tobas de caída y paleosuelos.

Cordillera de Guanacaste

Se trata de cuatro estratovolcanes complejos con altura entre los 1 500 y 2 000 msnm, que se extienden desde la frontera con Nicaragua a lo largo de 80 km en dirección sureste.

Desde NO al SE son: Orosi-Cacao, Rincón de la Vieja, Miravalles y Tenorio-Montezuma. El único volcán activo y el macizo mayor (200 km³) de esta cordillera es el Rincón de la Vieja que presenta en su cima nueve cráteres y conos.

Las rocas de los diferentes volcanes de la cordillera de Guanacaste son muy similares entre sí. Se trata de coladas de lava, con intercalaciones de material piroclástico de caída y de flujo, lahares y avalanchas volcánicas.

Las lavas son principalmente andesitas y andesitas basálticas con pocos basaltos

Lacustre intracaldera (Cuaternario)

Sedimentos fluvio lacustres y cenizas volcánicas con intercalaciones de lavas del Miravalles en sus niveles superiores.

Lavas del Volcán Miravalles (Cuaternario)

Composición general de andesitas augíticas, sin embargo, presentan ligeras variaciones de textura y composición mineralógica.

La caldera de Guayabo o Caldera de Miravalles es el rango estructural más sobresaliente del área. Formada por colapso de una estructura volcánica primaria, parte de un sistema de aparatos volcánicos orientados de sur-este a nor-oeste, que dio origen a cantidades considerables de tobas e ignimbritas lo cual produjo un desequilibrio y, por consiguiente, el colapso de la estructura.

La forma de la caldera se manifiesta por un escarpe de falla semicircular, en el cual, el bloque hundido corresponde al lado cóncavo del semicírculo.

Sin embargo, el trazo de la falla no es evidente en su totalidad, hacia el sur, entre las localidades de Fortuna y Cuipilapa, posiblemente ha sido cubierta por coladas que provienen del Volcán Miravalles.

Existen también muchos sistemas de fallas y fracturas, asociados a una actividad tectónica posterior al colapso. Las direcciones predominantes son este-noroeste.

Piso de la caldera

Es una planicie alargada, su forma esta delineada en su parte externa por la línea de falla semicircular, que define la caldera, mientras que en su límite interno tiene forma irregular a causa de las coladas de lavas que han cubierto parte de esta planicie.

Dentro de esta llanura, existen áreas pantanosas como Los Llanos y la Laguna Mogote. Estas son lagunas intermitentes, muchas de estas han sido drenadas para el aprovechamiento agrícola.

El drenaje corresponde a pocos los ríos y quebradas que atraviesan la planicie. Su principal colector es el río Guayabo.

Sector de Caldera Guayabo-Estribación con el Cerro Turrubares

Entre este sector y los cerros de Turrubares existen tres formaciones sedimentarias: Senosri, Las Palmas y Punta Carballo. La primera está formada por calizas brechoides organogéneas, lutitas y calacarenitas, pertenecientes al Oligoceno. La segunda es del Eoceno-Paleoceno y está conformada por limonitas, lutitas, areniscas y calcarenitas. La tercera es una formación de areniscas verdosas, conglomerados subangulares y calizas del Mioceno.

La parte montañosa del trazado corta los cerros de Turrubares, que pertenecen al Complejo Nicoya. Esta formación está constituida por grauwaca, lutitas, ftaníticas, calizas silíceas, coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de diabasas, gabros y

dioritas. Pertenece al Cretácico y es la formación más antigua que atraviesa la zona de estudio.

Continuando por la vertiente pacífica se toca la Formación Térraba de lutitas oscuras, limonitas, areniscas tobáceas, conglomerados y turbiditas, esta formación pertenece al Oligoceno-Mioceno.

B.1.1.1.2 Geomorfología local del área de influencia del proyecto

El trazado que recorre la línea eléctrica presenta una alta variabilidad topográfica y climática. Se agrega a lo anterior su cercanía a la costa pacífica, incrementándose la diferenciación en las condiciones del terreno. La variación topográfica junto con la historia tectónica y los procesos erosivos que dependen parcialmente de las condiciones climáticas, han determinado patrones de drenaje particulares, los cuales, en las últimas décadas se encuentran alterados y acelerados en sus mecanismos erosivos por la acción antrópica. mapa 6

El grado de meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias de las variadas litologías que se agrupan en distintas formaciones, así como la diferenciación climática, el grado de evolución, los procesos de transporte y depositación de los materiales (minerales y orgánicos), han generado diferentes perfiles edáficos, cada uno con su propia composición y estructura, capacidad soportante y erodabilidad.

Por todo ello se han encontrado seis grupos geomorfológicos distintos de los cuales se describen sus características generales. (Madrigal 1 976)

Formas de denudación. Estas formas tienen su origen en procesos erosivos de tipo laminar activados principalmente por la dinámica climática actuando sobre la formación superficial. El sistema hídrico juega un papel relevante en cuanto es un agente activo de transporte de los materiales removidos, mientras la dinámica de entalle contribuye al proceso erosivo. En algunos casos poco comunes en nuestro medio, el viento constituye otro agente activo cuya ponderación es relativa. Se caracteriza por su alto potencial erosivo en las áreas que afecta, prueba de ello es la exposición de la roca madre en un alto porcentaje del área afectada. A lo largo de la traza del Proyecto se han identificado dos formas: a- serranías y valles profundos en el Complejo de Nicoya, que ocupa la mayor parte de la Península de Nicoya y en menor grado las zonas cercanas a Herradura, Jacó, Osa y Burica y, b- laderas muy empinadas y escarpe de erosión en la Cordillera Costeña, que se extiende desde la frontera con Panamá hasta un sitio ligeramente al NE de Punta Uvita. Salazar 2 000, los define como cerros de laderas fuertes, con divisorias muy angostas, en muchos casos verdaderos espinazos; los fondos de los valles son generalmente angostos. Algunos de los valles de fondo ancho presentan un relleno de poco espesor. Esta forma está constituida por rocas del Complejo de Nicoya y su forma actual está ligada a la erosión fluvial, que ha dejado a estas serranías en un estado de denudación extrema. Es muy probable que esta forma se iniciara en el Jurásico hasta el Paleoceno y hoy día la erosión continúa.

Formas de origen volcánico. Fundamentalmente la forma del terreno se debe a la depositación de lavas producto de la actividad efusiva de las Cordilleras Volcánicas de

Guanacaste y Central. El intemperismo y la erosión han modelado el relieve suavizándolo. A lo largo de la traza se han caracterizado las siguientes cinco formas: 1- la meseta de Santa Rosa, que se extiende desde casi la frontera con Nicaragua hasta la ciudad de Cañas, con una longitud de 100 km, 2- las lomerías de fuerte pendiente en la Cordillera de Tilarán, que se localizan desde las vecindades de la ciudad de Tilarán y se extienden hacia el SE, 3- las serranías de laderas de fuerte pendiente; la comunidad de Santiago de Puriscal está en el centro de esta unidad, 4- el Cerro Turrubares, localizado a unos 10 km al SO de Santiago de Puriscal y, 5- los lomeríos bajo ondulados, que están al pie de la Cordillera de Tilarán, al sur de la ciudad de Cañas, Guanacaste. De acuerdo con Salazar (Salazar 2 000) la línea corta tres formaciones de este origen como son: la Cordillera de Guanacaste, Cordillera de Tilarán y Montes del Aguacate.

La primera se caracteriza por la presencia de los principales macizos volcánicos del norte del país como son: Orosí – Cacao, Rincón de la Vieja- Santa María, Miravalles- Cerros La Montañosa y Tenorio. Se extiende en dirección NO-SE por unos 70 Km; la máxima elevación está en el Macizo del Miravalles, con 2 028 m. Todos estos volcanes son el resultado de la acumulación de lavas y piroclastos. En algunos de ellos se identifican coladas recientes. Las pendientes de las laderas son fuertes, del orden de los 45°. Los espacios interfluviales son angostos. Se caracterizan también por poseer varios cráteres en su cima, así como domos y conos piroclásticos en sus faldas. Los domos volcánicos Góngora, Cañas Dulces y San Roque se encuentran al suroeste del Volcán Rincón de la Vieja.

Su forma actual se debe a la actividad volcánica más que a la erosión. En los Volcanes Cacao y Rincón de la Vieja se notan las avalanchas volcánicas sobre sus flancos del oeste. Los ríos que bajan por sus faldas por lo general lo hacen en el contacto entre las distintas rocas. Los conos principales tienen una edad Cuaternaria.

En cuanto a la segunda y tercera forma se puede decir, que se extienden desde Tilarán hasta el río Barranca; más al SE continúan los Montes del Aguacate. Presentan un relieve fuerte en toda su extensión, con laderas con pendientes de 30°. Los fondos de los valles son angostos y las cimas de las lomas y cerros también suelen ser angostas, pero redondeadas por la presencia de cenizas y coladas de lava en posición horizontal y los tipos de rocas predominantes son lavas, brechas, tobas e ignimbritas, cubiertas de cenizas sobre todo en tierras altas. La mayoría de las rocas pertenecen al Grupo Aguacate, las tierras de formas redondeadas pertenecen a la Formación Monteverde. Su origen es eminentemente volcánico, tanto efusiva como intrusiva. Los conos por los cuales se produjo dicha actividad están muy disectados y es probable que el inicio de la actividad haya sido fisural hoy día cubierta por otros depósitos. Las rocas que forman la unidad son de edad Mioceno-Plioceno.

Otras formas de origen volcánico por las que pasa la LT son las Mesetas Ignimbríticas, principalmente la meseta de Santa Rosa que se extiende desde la frontera con Nicaragua hasta la ciudad de Cañas. Forman grandes extensiones planas con una pendiente general mayor a 1°. Están cortadas por numerosos cauces con laderas casi verticales, con un paisaje escalonado debido a la presencia de unidades horizontales de ignimbritas. Las divisorias de aguas son angostas, 100 a 200 m, pero planas, los cauces de los ríos

están separados hasta 5 Km. Las rocas de estas formas pertenecen a las Formaciones Liberia y Bagaces, de edad Plioceno a Cuaternario.

Por último las lomas de lava se presentan en la ladera sur de los volcanes Miravalles y Tenorio y en el altiplano de San Vito. Tienen una topografía típicas de coladas de lava, con lomas pequeñas de contorno irregular, muchas de ellas son transversales a la pendiente del cono. En la parte más baja, las lomas están separadas por depresiones de fondo irregular, en las que se forman lagunas. La superficie es plana, con ligera pendiente hacia el sur. Los valles son profundos, con laderas de pendiente regular y cimas planas o en forma de lomas onduladas. La gran irregularidad se debe a la presencia de lavas en forma de bloque.

Formas de sedimentación aluvial. Su origen está en el relleno efectuado por los sistemas hídricos con aporte coluvial o sin él. En algunos casos ha existido aporte marino en antiguas líneas de costa, que podrían haber sido ambientes estuarinos. Entre éstas están, las planicies aluviales, que están distribuidas a todo lo largo del litoral Pacífico, en las cuencas inferiores (de depositación) de los sistemas fluviales, el abanico sobre la formación Bagaces, que se localiza en la ciudad de Cañas, Guanacaste, extendiéndose más allá del Río Bebedero, el abanico aluvial del Río Aranjuez, el abanico aluvial del Río Barranca, la llanura aluvial de Pithaya Chomes, la planicie aluvial pequeña, que se encuentra repartida en varias localidades, sobresaliendo por su extensión la que está cerca del Río Lagarto, la planicie aluvial del Río Grande de Tárcoles, los restos de superficies planas originadas por corrientes de lodo (esta unidad no forma un sólo bloque, sino que se encuentra esparcida desde Higuito en San Mateo de Orotina hasta el Río Cañas, siguiendo una línea paralela a la Cordillera de Tilarán y los Montes de Aguacate), el abanico del Río Parrita, el paleo abanico del Río Naranjo, el abanico reciente del Río Naranjo, el abanico del Río Savegre, la llanura aluvial del Río Turrubares, el delta-abanico del sistema Térraba - Sierpe, que se encuentra cerca de la desembocadura de estos dos ríos y se extiende entre Punta Mala (NO de Palmar) y Punta Sierpe, el abanico de Paso Canoas, que se ubica en la frontera de Panamá y cubre el área del sitio aduanero de Paso Canoas, la llanura aluvial Coto-Colorado, que se encuentra al este de Golfito y al norte de Punta Burica y por último, la terraza de Esparza y Orotina, que se extiende desde Esparza hasta Orotina, llegando hasta el mar.

En cuanto a estas formas Salazar (Salazar, 2 000) indica que la presencia de cuatro tipos, por donde pasa la línea: Llanuras, planos aluviales y valles, Terrazas fluviales, Deltas y Conos Aluviales.

Las primeras son extensiones de terreno depositado por varios ríos, mientras que los planos aluviales son pequeñas extensiones formadas por un solo río. Los valles son resultado de la erosión fluvial de las montañas. Estas estructuras se encuentran a ambos lados del eje central del país y son formadas por depositación de materiales aluviales por parte de los ríos que las cruzan, los cuales acumulan en forma vertical los diferentes tipos de depósitos, aumentando su altura con el tiempo. Sus pendientes son del orden de 1°, de forma plana ondulada, con presencia de meandros y canales abandonados, lagos en herradura y malecones o diques formados por acumulación de materiales; la presencia de terrenos pantanosos es frecuente. Los cauces de los ríos pueden encontrarse de 3 a 25 m bajo la superficie de la llanura y están muy separados unos de otros. Este tipo de

unidad está constituida por bloques de todo tipo de roca y granulometría variable, desde bloques métricos hasta limos, en una matriz limo-arenosa o limo-arcillosa, así como depósitos de flujos de lodos y lahares. La meteorización del material varía, presentando zonas muy alteradas y roca sana. La edad es Pleistoceno a Reciente.

Las Terrazas fluviales son estructuras que se localizan a los lados de los cauces de los ríos. Su origen se liga a la erosión de las rocas y la depositación posterior, así como a cambios corticales y al rejuvenecimiento. Suelen ser alargadas en el sentido de la corriente y por lo general su pendiente es menor a los 10°. Los tipos de rocas predominantes son bloques dentro de una matriz areno-arcillosa. Son de origen aluvial y por levantamientos corticales y la erosión fluvial, adquieren alturas variables sobre el fondo de los valles. Este tipo de estructuras descansan en muchos sectores sobre rocas de edad Mioceno Medio, por lo tanto pueden tener una edad máxima de Plioceno y abarcan hasta el Reciente.

Los Deltas son grandes extensiones de tierra que los ríos han depositado en el mar, con el tiempo el relleno fue lo suficientemente alto como para emerger y empezar a formar el abanico. El delta abanico del Terraba – Sierpe se extiende desde Palmar Norte hasta el Pacífico y su pendiente general es inferior a 1°. Su edad es Pleistoceno a Reciente.

Los Conos aluviales son estructuras que se forman en la zona de transición de las cordilleras a la llanura aluvial. Tienen forma de abanico con ápice o su parte superior apuntando hacia la cordillera. Se caracterizan por su drenaje dicotómico, con numerosos cauces pero solo uno de ellos es activo; con el tiempo cualquiera de ellos llega a ser el cauce activo. Presentan cauces profundos y laderas verticales. Su tamaño es muy variado, los más extensos tienen hasta 16 Km de largo por 14 Km de ancho. Su superficie es plana, casi horizontal o suavemente ondulada o convexa, con una pendiente de 1° a 10° y está cortado por numerosos cauces. Están formados por todos los tipos de roca que afloran en las cercanías; se presentan bloques de variadas dimensiones, sanos y meteorizados, en una matriz areno-limosa. Se originaron por el aporte de los ríos y las quebradas que descienden de las cordilleras cargando materiales. Al disminuir el gradiente las corrientes empiezan a depositar su carga. La edad de estos conos es Plioceno-Pleistoceno hasta Reciente.

Formas de origen estructural. Aunque la erosión ha modificado la morfología de estas unidades, es la disposición de los estratos en función de los desplazamientos a lo largo de fallas, lo que ha dado la forma actual al terreno a describir. Entre estas formas están, los pliegues de la Formación Descartes (Fm Brito), que se localizan respectivamente en la Punta Descartes, la Bahía de Cuajiniquil y al norte hasta la frontera con Nicaragua y el Valle de falla del Río Esquinas, que se localiza a 8 km al NE de Golfito, subparalelo a la traza de la Carretera Interamericana.

Salazar, 2 000, detalla planicies estructurales y montañas plegadas, describiéndolas como grandes extensiones de terreno, originadas por rocas en posición horizontal, inclinadas o plegadas, en donde los espacios interfluviales son variables, mientras que los fondos de los valles son angostos, presentando rellenos coluviales al pie de las colinas. Las montañas plegadas se caracterizan por tener lomeríos y serranías orientados de acuerdo al eje de las estructuras, con laderas de pendientes de 20° a 70°. Hacia los extremos de

la forma se presentan las “narices” o límites donde termina la deformación. El patrón de drenaje gira alrededor de la nariz de los pliegues, erosionándolos y los cauces están ajustados a la estructura. Durante el Eoceno-Mioceno las rocas que componen esta unidad eran parte del fondo del océano. Los movimientos tectónicos hicieron que el área se levantase, se plegara y emergiera del fondo del mar, adquiriendo su posición actual en el Terciario, al mismo tiempo se inicia su erosión; su forma actual se adquirió durante el Plioceno. La unidad está formada por calizas, lutitas, brechas y conglomerados.

Formas de origen marino. Se incluyen aquí aquellas formas que están en la categoría de "playas". En otras palabras, las que han sido originadas por el relleno efectuado por el oleaje y las corrientes marinas litorales. También se incluyen las formas coralinas. Aquí se encuentra el Tómbolo de Uvita, que se localiza a unos 52 km al SE de Quepos.

Formas de origen tectónico y erosivo. El conjunto de formas aquí agrupadas, debe su origen al movimiento cortical ascendente y a la severa erosión a la que está expuesto el territorio costarricense. Desde luego, algunas unidades podrían ser agrupadas en el grupo de origen estructural, siendo una de ellas la Fila Costeña. Como su nombre indica, la Fila se encuentra paralela al Océano Pacífico, su pie está entre 1 a 7 km de la línea de costa y la superficie de erosión alta se localiza al norte y noroeste de Quepos y Parrita. La Fila no constituye un sólo bloque sino varios retazos que fueron separados por el Río Parrita y otros.

Se incluye acá lo que se conoce como Cordillera Costeña (Salazar 2000), la cual es una fila que corre paralela a la costa del océano Pacífico. Su pie está a unos 7 Km de la línea de costa. Se orienta noroeste-sureste, de acuerdo a la dirección estratigráfica general de las rocas sedimentarias que la forman. En términos generales la pendiente es fuerte, con un pequeño escalón entre los 400 y 500 m de elevación. Sus máximas elevaciones alcanzan los 1 700 m. Posee pendientes de 90° labradas en roca caliza. La mayores pendientes son aquellas que forma el flanco suroeste de la unidad, o sea las que miran hacia el Pacífico. Las laderas del noreste son en general más suaves, debido a que corresponden con la dirección del buzamiento de las capas. Está constituida por areniscas de grano medio a fino, lutitas, lutitas arcillosas y calizas, con algunas intrusiones básicas. Su origen se liga al plegamiento de un bloque de la corteza que emergió del fondo oceánico. Este ascendió a lo largo de fallas, inclinándose en sus últimas etapas de ascenso hacia el noroeste; la erosión fluvial terminó de moldear la unidad. Su forma final se alcanza hasta el Pleistoceno.

B.1.1.1.3. Descripción de unidades geológicas regionales

A continuación se describen las distintas formaciones litoestratigráficas que aparecen a lo largo del trazado de la línea SIEPAC, como se puede apreciar en el mapa 7

Unidad ultramáfica de Santa Elena (JK-se). La peridotita de Santa Elena fue denominada y descrita primeramente por Harrison (1 953, 1 956). El considera que constituye una unidad aislada, sin relación con la franja circum-Caribe de peridotitas. ZEMA y Tournon (1 980), interpretan a la peridotita de Santa Elena como un manto de sobrecorrimiento que sobreyace a series de basalto-radiolaritas, con intercalaciones de esquistos bituminosos que están atravesados por filones. Se presenta en un 70% de la Península de Santa Elena, y ocupa completamente el área sur del Valle de Murciélago, incluyendo parte del

Parque Nacional de Santa Rosa. Está compuesta por peridotitas negras, que en estado de alteración, adquieren tonalidades verdosas; es dura y muy compacta. Los diferentes enriquecimientos minerales producen una erosión diferencial.

Complejo de Nicoya (JK-cn). Fue denominado así por los geólogos de la Compañía Petrolera de Costa Rica, al referirse a las rocas más viejas que afloran en la Península de Nicoya (en Dengo, 1 962). Aflora en amplias áreas de la Península de Nicoya, ribera izquierda del Río Sierpe, Península de Osa, Burica, Cerro Turrubares y Península de Herradura y Azuero de Panamá. Formado entre el Jurásico y el Terciario Inferior, es aplicable en el sentido litoestratigráfico, a unidades correspondientes del basamento en Herradura, Quepos, Osa, Burica, Sona y Azuero, aunque no se ha podido establecer relaciones genéticas entre estas regiones. En el sector sur de Costa Rica se encuentra el complejo básico de la Península de Osa, correlacionable a la Unidad Esperanza (Kupers, 1 979). Está compuesto por basaltos y doleritas ofiolíticas con muy pocos sedimentos asociados, basaltos en almohadillas, radiolaritas, y brechas calcáreas, permitiendo concluir que en Osa hubo una continuación de la actividad volcánica de tipo arco de islas en un ambiente pelágico, hasta por lo menos en el Eoceno medio. Se divide en:

Subunidad de Basaltos Macizos. Coladas o flujos de lava de composición basáltica. Son de color gris verdoso, con aspecto de poca recristalización, macroscópicamente de textura afanítica. Poseen aisladamente aspecto granular muy meteorizado. Su color, en este estado, es pardo. En áreas como los cerros de Turrubares en el tramo CR-5 se pueden presentar.

Subunidad de basaltos en almohadillas (Pillow - Lavas"). Son de origen subacuático y tienen un núcleo afanítico rodeado de capas concéntricas, cloritizadas. Al meteorizarse adquieren un aspecto arenoso, con dimensiones decimétricas a métricas, de color gris oscuro. El interpillow es un material cristalino de color negro, de composición silícea, muy alterado. El color sano es similar al de la almohadilla y pardo en alteración, aparentemente es más susceptible a la erosión que las almohadillas. Se observa una estratificación concéntrica alrededor de las almohadas semiexpuestas. Presentan localmente una densa red de vetillas sin orientación preferente, en su mayoría de sílice y ocasionalmente calcítica.

Subunidad de brechas basálticas. Brecha negra bien seleccionada con clastos de tamaño centimétrico, en una matriz arenosa oscura, con un porcentaje en superficie inferior al 5%. Los cantos angulares son de color gris oscuro cuando están sanos y pardo rojizo por alteración. Por las características de esta brecha, se relaciona su origen con la previa existencia y posterior fragmentación de la subunidad de basalto macizo y la subunidad de basaltos en almohadillas (almohadillas reventadas). Es una formación con una permeabilidad de media a baja, dependiendo del grado de fracturación y alteración, siendo mayor su potencial hidrogeológico en la intersección de fracturas; es por ello que estos puntos son los buscados para aprovechamiento hídrico, pero para el trazado de la línea de transmisión son sitios a evitar, disminuyendo posibles subpresiones y socavación en los sitios donde la surgencia se presenta cerca de las bases de las torres. En otros sitios del país, donde aflora esta formación, los pozos individuales rinden pequeños o medianos caudales, generalmente estas rocas constituyen barreras negativas o acucierres de acuíferos localizados en su vecindad.

Formación Sabana Grande (K-sg). Aflora en el área de Sabana Grande, en la Península de Nicoya. Incluye lutitas calcáreas, lutitas silíceas. Esta unidad sedimentaria fue depositada en un ambiente marino, con aparente aporte de tipo turbidítico en las primeras etapas de su depositación. Secuencia estratificada de areniscas-calculutitas cerca de Bahía Cuajiniquil, en afloramiento costero, de potencia aparentemente decamétrica; su contacto con la unidad infrayacente no es visible. La edad de esta unidad por la fauna hallada en la zona de Punta Pelada, va de Santoniano Superior a Maestrichtiano Inferior. El espesor de los estratos varían desde el orden decimétrico al métrico y su presencia se da fuera del corredor de estudio, a 18 km al SO de la comunidad de La Cruz al NO de Costa Rica, específicamente en el Cerro Las Lomas.

Formación Curu (KT-c). Presenta buenos afloramientos en los acantilados de Curú, al SE de la Península de Nicoya. Incluye areniscas, lutitas y en menor proporción brechas y conglomerados, de composición basáltica. Estas rocas provienen de la depositación continua de enormes volúmenes de sedimentos terrígenos, que fueron transportados por flujos de gravedad. Su espesor promedio es de 1 500 m, oscilando entre 600 y 250 m y su rango de sedimentación oscila desde el Maestrichtiano hasta el Paleoceno Superior Basal. En la anterior estratigrafía costarricense, los afloramientos en la margen izquierda del río Sapoa, al Sur del puesto fronterizo con Nicaragua, corresponden a la ex-Formación Rivas.

Formación Descartes (Tep-d). Está expuesta típicamente en Punta Descartes, al norte de la Península de Santa Elena en el área de Manzanillo y en las islas y acantilados al NE del Golfo de Nicoya. Antiguamente al sector de Bahía Salinas se le asociaban rocas de la Formación Brito, correlación actualmente descartada. También se correlaciona las rocas que afloran en los cerros Peña y Piedras Negras y en el Río Cañamazo al sur de la ciudad de Las Juntas de Abangares. En esta zona su depósito está asociado a un abanico local, que Astorga (1 988), señala que se compone de una asociación de estratos de sedimentos predominantemente gruesos y de extensión lateral limitada, cuya génesis se asocia al desarrollo de un área de desembocadura de cañón submarino, las cuales corresponden a litologías areno-guijarrosas, areniscas y conglomerados. Consiste de unos 1 500 m de alternancias cíclicas de areniscas, conglomerados y brechas, de composición volcánicas y carbonatada. El espesor total de estos depósitos es poco mayor a 600 m y su mejor exposición está cerca de Abangares. La edad de los depósitos se estima en Paleoceno Superior-Eoceno.

Formación Fila de Cal (Te-Fc). La depositación de estas rocas ocurrió durante el Eoceno Medio-Superior, luego de un levantamiento de la cuenca, que permitió el desarrollo de extensas plataformas, en las cuales, las condiciones ambientales fueron estables, con aguas turbulentas pero sin turbidez, cálidas y oxigenadas (condiciones típicas de zonas tropicales). Posee litofacies muy similares del Eoceno medio y/o Eoceno Superior, las que no son diferenciales en el cartografiado geológico. Litológicamente incluye calizas de foraminíferos y algas, propios de ambientes arrecifales, pobremente estratificadas, de color blanco amarillento, formada básicamente por nódulos de algas y foraminíferos. Asociada a ella y de origen reciente existen pequeñas costras de travertino que cubren los sitios por los que discurren las aguas que atraviesan a la formación. El espesor reportado cerca de la localidad de Cajón en Boruca supera los 480 m, los ejemplos más didácticos

se encuentran cerca de la ciudad de Quepos. Estas litologías son visibles en la Fila Grisera al SE de la comunidad de Palmar Norte, al sur del río Esquinas y al norte de las poblaciones de Río Claro y Ciudad Neily.

Formación Térraba (Tom-t). Fue descrita inicialmente por Dengo (1 962) al referirse a una secuencia de rocas que aparece a lo largo del Río Grande de Térraba, entre Palmar Norte y el Río Curré y entre San Isidro de El General y Dominical. La dividió en tres unidades (Dengo, 1 962 in Sprechmann et al., 1 979): a) Miembro Curré (Oligoceno-Mioceno), b) Miembro Lagarto (Oligoceno) y c) Miembro Cajón (Eoceno Superior). Posteriormente, Mora (1 979) subdividió a la Formación Térraba en dos unidades: Zapote y Lagarto.

Formación Caraigres (Tom-c). Secuencia sedimentaria compuesta por interestratificaciones de areniscas verdosas y/o grises de granulometría variable, fina, media y gruesas y brechas, de composición predominantemente basáltica, flotando en una matriz arenosa, evidenciando que su depositación ocurrió en un ambiente marino con gran variación energética. Se depositaron durante el Oligoceno-Mioceno Inferior basal. Denyer & Arias (1 991) apuntan que la localidad tipo se ubica en el Cerro Caraigres y que su forma es irregular en la base y plana en el techo, con espesores que varían entre 600 y 1 200 m, encontrándose también rellenando pequeñas cuencas de 100 m de espesor, al NE del corredor de estudio, sobre la Fila Coyolar. Se encuentran sobreyaciendo al Complejo de Nicoya y a la Formación Fila de Cal (Denyer & Arias, 1 991).

Formación Pacacua (Tm-p). Se extiende desde los alrededores de Santiago de Puriscal y la fila Coyolar hasta el sur de Cartago. Esta Unidad Litoestratigráfica, fue nombrada por Castillo, 1 969, y redefinida por Rivier, F. 1 979. Es sumamente heterogénea en cuanto a su litología y ambiente de depositación. Consiste de brechas, areniscas, tobas y lutitas interestratificadas, todas con evidente influencia volcánica y en ocasiones con colores muy llamativos, como rojo, verde y morado. Sobre esta secuencia vulcanoclástica yacen las rocas del Miembro Brechas Verdes Coyolar, que consiste de varios paquetes de brechas de color verde y composición volcánica, interpretadas como el resultado de la erosión causada por la reactivación de la falla Candelaria (Denyer & Arias, 1 991). Estas rocas se depositaron durante el Mioceno Inferior e inicios del Mioceno Medio sobre las rocas de la Formación Caraigres, en un ambiente marino somero (sublitoral) con gran influencia del vulcanismo continental. Poseen un espesor de alrededor de 2 000 m (Denyer & Arias, 1 991)

El área de estudio descansa sobre el Complejo de Nicoya y la Formación Caraigres y subyace en otros sitios del país. Las formaciones San Miguel y Coris, aunque también podrían tener relaciones de contacto lateral con estas unidades, afloran al norte de la zona de estudio, específicamente en Candelaria.

Formación Punta Carballo (Tm-pc). Denominada por Mac Donald (1 920) como “serie de arenisca caliza de Punta Carballo” aflorante en el acantilado de Roca Carballo, en la costa oriental del Golfo de Nicoya y entre Esparza y Barranca. Su espesor es variable, obedeciendo a que rellena una paleotopografía variable, oscilando entre 500 m en la unidad inferior y 200 m en la superior, aunque el espesor total estimado es de 1 600 m. La edad dada para este depósito es de Mioceno Inferior a Mioceno Superior. Aflora en la margen del Río Lagarto, desde la comunidad de Esparza hacia el SO hasta Roca Carballo

y finalmente su expresión más al sur es en parte de la Fila Cangreja. En estado meteorizado sus laderas son poco estables y posee un buen potencial hidrogeológico (acuíferos). Recientes trabajos en la Escuela de Geología han encontrado que esta formación está compuesta por más miembros (Paires e Icacó) y que las relaciones estratigráficas entre las rocas depositadas en ambientes marinos y continentales son complejas.

Formación Mata Limón. Propuesta originalmente como un miembro dentro de la Formación Roca Carballo (Madrigal, 1 970) y elevado al rango de formación por Sprechmann et al. (1 994). Está compuesta por brechas, areniscas verdes y arcillas moradas con intercalaciones de conglomerados, depositados en ambientes continentales y fluviales. Aflora en los acantilados entre puerto Caldera y Punta Corralillo, a lo largo de la carretera costanera. Su edad ha sido inferida como del Mioceno Medio a Superior (Fischer, 1 981).

Formación Punta Judas (Tm-pj). Se refiere a una secuencia con un espesor cercano a los 1 300 m, que aflora en una plataforma de abrasión en Punta Judas, Esterillos Oeste. En la secuencia se observa una dominancia de areniscas líticas y fosilíferas, con una composición media del 48% de fragmentos de basalto, los que se encuentran fuertemente alterados y litificados por cementos calcáreos. Hacia el techo de la formación se presentan brechas y conglomerados propios de depósitos tipo "beachrock", teniendo una porosidad primaria que permite el desarrollo de acuíferos superficiales. Esta depositación ocurrió durante la etapa de umbral que precedió a la constitución del puente-istmo centroamericano meridional (Seyfried et al., 1 985), del Mioceno Medio, y son propios de ambientes costeros. En la zona de estudio se presenta en las márgenes del Río Parrita a la altura de las comunidades de Chirracá y Surubres.

Formación Curre (Tm-cu). Inicialmente definida y descrita por Dengo (1 962) como Miembro Curré de la Formación Terraba, siendo Campos et al. (in Sprechmann, 1 984) quien la considera una unidad independiente. Mora (1 979) la subdivide en dos subunidades: a) Subunidad de Conglomerados y b) Subunidad de Lutitas; indicando que el espesor de la primera varía de 1 000 a 1 400 m y el de la segunda entre 150 y 300 m de espesor. Por lo general están muy cloritizadas y sus componentes son básicamente subvolcánicos; fue depositada en un ambiente parálico (estero, pantanos). Su edad, determinada por especies faunísticas, es del Mioceno medio. A lo largo de la zona de estudio se presenta en varios sitios de la zona sur de Costa Rica, como son, Londres, Río Hatillo y la Fila Sierra. Las características hidrogeológicas muestran una baja permeabilidad aparente, siendo sólo favorable para el movimiento del agua en el sentido de los planos de estratificación y de las direcciones preferenciales de fracturación.

Grupo comagmático de Talamanca (Tmi). Esta cordillera es probablemente la región más antigua de Costa Rica que se formó *in situ*. El volcanismo comenzó durante el Paleoceno-Eoceno, construyendo pequeñas islas volcánicas compuestas principalmente de rocas de la serie toleítica. Estas intrusiones han originado zonas de metamorfismo de contacto, evidenciadas por la presencia de cornubianitas. Su mayor manifestación en el corredor de estudio, se da al norte de Palmar Norte, en la Fila Retinto. Estos intrusivos presentan baja permeabilidad aparente. La circulación y almacenamiento de agua sucede en zonas meteorizadas y fracturadas.

Formación Paso Real (Tp-pr). Definida por Dengo (1 953, 1 962^a) como un conjunto de estratos depositados en un ambiente subacuático, asociados con aglomerados y con lavas. Fue dividida en unidad el Brujo y unidad Mano de Tigre (Mora, 1 979). En la Campaña Geológica de la Escuela de Geología de 1 998, se definió la unidad Río Boquilla. La Formación Paso Real está compuesta por coladas y brechas basálticas, se depositó hace 5-1,2 millones de años y está expuesta a lo largo de la Carretera Interamericana Sur y en el cerro Mano de Tigre.

Esta unidad se presenta principalmente en la depresión entre la Cordillera Costeña y la Cordillera de Talamanca. Se caracteriza por una serie de depósitos de pie de monte (arenas, guijarros, cantos, bloques), producto de la denudación de la Cordillera de Talamanca, con intercalaciones locales de lavas y rocas piroclásticas. Su espesor en esta región varía entre 300 y 500 m disminuyendo lateralmente.

En la región de San Vito, Agua Buena y alrededores, afloran depósitos de pie de monte (aluviales y lahares), cuyos componentes de granulometría media a gruesa son predominantemente de andesitas con hornblenda. El hecho de que el vulcanismo haya cesado en las Cordilleras de Talamanca y Costeña puede ser consecuencia de la subducción de la cresta asísmica de Cocos bajo el continente, durante el Pleistoceno Inferior.

Grupo Aguacate (Tva). Según Dengo (1 962), aflora en la parte norte de la provincia de Guanacaste, en los Cerros del Hacha, Cerros de Cañas Dulces, Cerros de Tilarán, Cerros de Abangares y en Miramar. Está compuesto por basaltos y andesitas, aglomerados y tobas, con un espesor de por lo menos 800 m en los Montes del Aguacate.

Entre Tilarán y Puriscal, a lo largo de unos 110 Km, se extiende un antiguo arco volcánico, compuesto en su mayor parte por lavas basálticas y andesíticas, depósitos de flujos piroclásticos, brechas, tobas y sedimentos vulcano clásticos, cortado por pequeños cuerpos intrusivos y extrusivos y diques basálticos. La mayoría de las rocas están muy alteradas hidrotermalmente y en varios lugares se encuentran mineralizaciones de oro. Todas estas rocas han sido agrupadas dentro del Grupo Aguacate (Denyer & Arias, 1 991), unidad litoestratigráfica que se utilizó para incluir todas las rocas volcánicas postcretácicas y pre-cuaternarios de Costa Rica. En los últimos años se empezó a subdividir este grupo en varias formaciones, con edades, litologías y composiciones químicas diferentes.

En la Quebrada Concepción, la parte basal consiste de andesitas con augita, andesitas con hipersteno y augita, basaltos con idingsita y aglomerados. La parte media consiste principalmente de aglomerados andesíticos y tobas. La parte superior está formada por tobas andesíticas con color de meteorización verde y morado, sobreyacidas por conglomerados con clastos redondos de andesita dentro de una matriz tobácea.

El Complejo del Aguacate descansa discordantemente sobre las Formaciones Térraba, Turrucare y Coris y, a la vez, está sobreyacido, en forma discordante, por las rocas volcánicas, lahares y aluviones no diferenciados del Valle Central (Castillo, 1 969)

Formación Monteverde (tva-m). Unidad litoestratigráfica definida por Chaves y Sáenz (1 974) y Kussmaul et al (1 991). Alvarado et al. (1 994, en prensa) apunta que refleja un importante período de volcanismo efusivo que desarrolló rápidamente una gran meseta, esto se estima que ocurrió entre 1 y 2 millones de años (principalmente 1,3 m); aflora localmente en la margen derecha del río Lagarto.

En las partes altas de la Cordillera de Tilarán aflora una secuencia de lavas andesíticas con intercalaciones de brechas, tobas y lahares, con un espesor máximo de 700 m. Sobreyacen discordantemente a las formaciones Basaltos Miramar, Brechas La Unión y Guacimal, formando una planicie subhorizontal con una extensión de aproximadamente 1 200 Km².

Formación El General (TQ-g). Para el Pleistoceno la Cordillera de Talamanca ha finalizado su formación y entra en la etapa de erosión intensa, originando conglomerados con bloques de hasta 3 y 4 m de diámetro, que "flotan" en una matriz areno-limosa, formando abanicos de piedemonte que están yuxtapuestos y son coalescentes. La granulometría de estos depósitos es heterogénea, desde material arcilloso hasta bloques métricos (2 m), la matriz la conforman los granos finos, usualmente limo arcillosos (SL, SH). La parte superior del relleno generalmente es un suelo laterítico-bauxítico de color rojo-naranja, con concentraciones altas de óxido de aluminio, tal y como aflora en los alrededores de la comunidad de Olla Cero.

Formación Grifo Alto (TQ-ga). Denyer & Arias (1 991) designan con este nombre a una serie de rocas volcánicas andesíticas y piroclásticas que cubrieron las secuencias sedimentarias y volcánicas post-basculamiento, encontrándose en el sector norte del corredor de estudio, en la cuenca alta del Río Turrubares. Estas lavas andesíticas normalmente son de tonos grises aunque también rojizos, localmente con textura vesicular; eventualmente incluyen basaltos augíticos y dacitas. Los flujos piroclásticos son gruesos con bloques angulares de lavas y escorias dentro de una matriz lodosa, en forma local incluye algunos depósitos ignimbríticos grises. Su forma así como su espesor son irregulares. Los autores apuntados, consideran que supera los 1 000 m. La edad de esta formación varía de Plioceno a Pleistoceno, dada la gran extensión de la Formación y al bajo recorrido que tienen las lavas andesíticas, sus centros de emisión se relacionan con al menos siete puntos.

Formación Orotina (Qv-o). Madrigal, (1 970) la describe como ignimbritas de color gris claro, con fragmentos de pómez negra y esporádicos fragmentos lávicos incluidos en una matriz deleznable de ceniza vítrea y lapilli. Con estructura columnar, subyacen y sobreyacen a la secuencia eventos tobáceos. Tiene forma tabular, extendiéndose desde Orotina hacia el SO, ubicándose sobre ella la comunidad de La Ceiba, con un espesor mínimo de 140 m. Subyacida por la Formación Grifo Alto y sobreyacida por las lavas de Esparta. Se considera de una edad Pleistocénica. Posee un bajo potencial acuífero y en estado meteorizado sus laderas ofrecen poca estabilidad.

Formación Esparta (Q-e). Hill (1 898) la describe como "La arcilla con piedras de la América Tropical", posteriormente Dondoli (1 958), le asignó el nombre de Terraza de Esparta y Dengo (1 961) la menciona como lahar. Es Madrigal quien en 1 970 la llama

Formación Esparta, ubicando la sección tipo a 1 600 m al sur del Parque de Esparta. Su espesor máximo se estimó en 20 m y se extiende en un área de 19 Km². Esta litología es localmente permeable y posee poca estabilidad. Madrigal le asigna una edad Pleistectónica.

Formación Bagaces (Qv-b). Depósitos de diatomita, situados al este de Cañas Dulces, asociados a la formación y rellenan su paleorelieve. Cubre una gran extensión de la provincia de Guanacaste, encontrándose buenos afloramientos en los alrededores de las comunidades de La Cruz y Abangares. Madrigal, 1 982, apunta que la unidad cubre toda el área de tierras altas planas del Parque Nacional de Santa Rosa, presentándose en la mayor extensión del terreno. En el extremo sur de Playa Naranjo las ignimbritas se localizan casi en el nivel del mar.

Formación Liberia (Qv-l). Descrita originalmente como "toba blanca", por Dondoli (1 950); Dengo (1 962, p. 59) la definió como Formación Liberia. Constituida por ignimbritas formadas por la acumulación caótica de cenizas pumíceas de diferentes tamaños y poco aglutinadas. Las cenizas típicas son ricas en cuarzo, feldspatos, biotita y fragmentos de pómez, así como fragmentos líticos. Son rocas suaves y fácilmente erosionables, que alcanzan hasta 100 m de espesor, sus afloramientos típicos se encuentran a lo largo de la Carretera Panamericana, llegando a la ciudad de Liberia.

Lavas de la Cordillera de Guanacaste (Qv). Identificable por lavas andesíticas con dos piroxenos, intercaladas con material piroclástico del tipo lapilli y cenizas. Kussmaul (1 984) las agrupa parcialmente dentro de la Formación Andesita Rincón de la Vieja. Se designa como holoestratotipo al Volcán Rincón de la Vieja y como paraestratotipo a los volcanes Tenorio, Miravalles y Orosi.

Sedimentos no consolidados del cuaternario (Qal). Constituidos por masas heterogéneas o homogéneas de sedimentos de diferentes granulometrías, estratificadas o no, dependiendo del ambiente de depositación. Se presentan como depósitos en terraza de materiales aluviales a lo largo de los ríos que cruzan la provincia guanacasteca, determinando patrones de drenaje trezado en área de influencia de la zona de estudio; poseen espesores medios de por lo menos 5 m, con una cobertura edáfica de hasta 1,5 m de espesor. En parte de la provincia de Puntarenas conforman pequeñas ondulaciones de muy poca altura y zonas de planicie, e incluso bancos laterales en los cauces permanentes, como se presenta en los ríos Aranjuez, Guacimal y Barranca. Por otro lado, los materiales aluviales conforman parte de la llamada Llanura aluvial de Parrita-Quepos, que es alimentada por varios cauces que originan abanicos aluviales, sobresaliendo por su magnitud el del Río Savegre.

Los depósitos aluviales mejor desarrollados están en el llano aluvial formado por los ríos Corredor, Abrojo, Chiriquí Viejo y otros más. Cerca de la Fila Costeña, la granulometría de los materiales es muy gruesa disminuyendo hacia el suroeste.

En la zona norte de Costa Rica el coluvio se ubica al pie de los acantilados y laderas, formados por fragmentos de peridotitas, areniscas e ignimbritas. Es importante indicar que en el Valle de Murciélago el coluvio del lado norte es de origen sedimentario, mientras que el del sur es de peridotita.

Las playas en el Parque Nacional de Santa Rosa son de composición variable, abundando las fracciones de peridotita que alternan con rocas sedimentarias con mayoría de los primeros por su alta resistencia.

En el sector costero, principalmente en las áreas influenciadas por los ríos Pirrís-Paquita; se presenta una unidad aluvial cuaternaria, la que es desconocida desde el punto de vista sedimentológico. Parte del depósito se presenta como niveles determinados por los manglares existentes, principalmente en el sector del estero Damas.

En las desembocaduras de las quebradas que convergen en el estero Damas es posible reconocer pequeños abánicos o "fan deltas", evidenciando la existencia de un fallamiento activo.

A lo largo de la costa, al sur de Dominical, existen depósitos recientes de diferente origen, sobresale la acumulación litoral del Tómbolo de Uvita.

B.1.1.2 Geomorfología y Fisiografía.

Las características geomorfológicas de las áreas que atraviesa el proyecto se describen a continuación, tramo por tramo, iniciando en el norte (Peñas Blancas) y cerrando en el sur (Ciudad Neilly), haciendo una descripción detallada de lo observado en el campo.

Tramo CR-1 (Peñas Blancas – La Cruz)

El sector que se ubica entre Peñas Blancas y la comunidad de La Cruz presenta una geomorfología de lomas bajas de pendiente suave y crestas redondeadas producto de la fuerte erosión eólica que hay en la zona (foto 1). Esta es una unidad estructural caracterizada por la presencia de pliegues de la Formación Brito, la misma en territorio costarricense la constituyen dos pliegues bien definidos como son el Sinclinal de Bahía Salinas y un anticlinal al norte. La edad oscila entre cretácico y oligoceno.

A partir de La Cruz el tendido toma dirección sureste y las características geomorfológicas varían ligeramente. En primer lugar aparece una área plana, con presencia de cauces fluviales que la cortan. Luego el relieve continúa predominantemente plano pero con presencia intercalada de algunas colinas bajas con cimas planas. En la parte conocida como Hacienda Inocentes se encuentran gran cantidad de lavas, y una formación de valles ligeramente escalonados pero poco definidos. Esta unidad está compuesta por ignimbritas, alternándose con algunas coladas de andesita y de basaltos. Su origen está asociado a las formaciones Liberia y Bagaces, y se produjo por la acumulación de materiales depositados, principalmente ignimbritas, que rellenaron las irregularidades topográficas dando paso a un relieve muy plano y casi horizontal (foto 2).

Más al este, está una formación montañosa cuyo principal elemento corresponde al cerro El Hacha, alrededor del cual hay laderas con pendientes empinadas del orden de 30° y con filas anchas. El sistema de drenaje en este sector es de tipo radial y está compuesto por quebradas estacionales y cortas en su mayor parte; su máxima elevación es de 617 msnm con una diferencia de 327 m sobre el llano. La subunidad está formada por lavas

bastante sanas, principalmente andesitas; gran parte de ella con roca en superficie, siendo parte de un antiguo macizo que ha sido denudado por la erosión. Continuando en esa dirección se encuentra la unidad de volcánica del Orosí. Hacia el noreste las pendientes de las laderas son fuertes y los espacios interfluviales angostos; compuestos principalmente por rocas de tipo andesítico. Su forma actual es producto de la actividad volcánica ya que la erosión casi no ha tenido relación con su construcción. Los ríos que bajan por sus laderas por lo general lo hacen por áreas de contacto.



Foto 1. Entre Peñas Blancas y La Cruz el viento es uno de los principales agentes de erosión.



Foto 2. El relieve al sureste de La Cruz se vuelve plano o casi plano. Al fondo el Volcán Orosí.

A partir de este punto el tendido sigue por el pie de monte del Volcán Orosí, que es un área de terrenos de pendiente suave, interrumpida por varios cursos fluviales entre los

que destacan los ríos Sábalo, Cañita, Mena y Sucio. Actualmente esta parte está dedicada primordialmente a la producción de cítricos, por lo que cuenta con mucha infraestructura vial que da acceso a diferentes puntos. (fotos 3 y 4).



Fotos 3 y 4. A la izquierda se observa la disponibilidad de accesos que presentan las plantaciones de cítricos en las fincas Del Oro y a la derecha parte del relieve que domina en este tramo a su paso por el pie de monte del Orosi.

Tramo CR-2 (Upala - Cañas).

Al sureste de la comunidad de Santa Cecilia, se encuentra la zona comprendida por los poblados Brasilia y Birmania, cuya topografía es ligeramente plana con lomas de poca elevación, muy redondeadas y laderas de poca pendiente. Las filas son planas y anchas, más de 200 m, y están compuestas por una secuencia de lavas, tobas o lahares, pero cubiertas de ceniza de depositación más reciente, la que les ha dado un aspecto plano. Su forma se debe al relleno de rocas volcánicas y a la cubierta de ceniza que llenó las depresiones originales, lo que Bergoing (1 998), identifica como pie de montes volcánicos cuaternarios. Algunos ríos como el Orosi y Las Haciendas han excavado cañones de mediana profundidad, en cuyo caso deberán aprovecharse los puntos más altos para la construcción de apoyos y evitar las áreas más cercanas a los cauces.

Entre Birmania, Porvenir y Cuatro Bocas, las características geomorfológicas son muy similares. Se trata de una llanura aluvial que se extiende a lo largo del Río Pizote y al pie del escarpe de la fila Caño Negro. En algunos puntos esta parte presenta problemas de inundación pero el tendido puede aprovechar las lomas bajas que se ubican en el pie de monte de la fila (fotos 5 y 6).

A partir de San Isidro de Upala y hasta Pueblo Nuevo el trazo propuesto continúa por el pie de monte de los cerros La Montañosa, que son parte del edificio volcánico Rincón de la Vieja y están compuestos por lavas del Cuaternario medio a superior, muy alteradas, que ha dado origen a la formación de suelos lateríticos. El relieve presenta una unidad de lomeríos bajos, con pendientes suaves y lomas redondeadas y por el lado sureste la presencia de un talud que da a la caldera de Guayabo.



Fotos 5 y 6. A la izquierda se observa la pared del escarpe de la fila de Caño Negro y en primer plano la llanura aluvial del Río Pizote y sus afluentes; a la derecha la formación de cárcavas producto de la erosión fluvial que se da en algunos puntos.

Este sector se accesa por las llanuras de la caldera colmatada de Guayabo, que es una depresión circular de 3 x 5 km de diámetro, que se formó como producto del colapso del Volcán Guayabo, que dio como resultado la formación de un lago que ha sido rellenado y del cual queda como testigo la laguna Mogote, que se ubica al sur de la caldera. Actualmente estas tierras están dedicadas a la producción ganadera en su mayor parte y en algunos casos interrumpida por la presencia de pantanos. Este sector está drenado hacia el norte por los ríos Negro y Raudales y hacia el sur por el Río Blanco y sus afluentes.

A partir de Pueblo Nuevo, continuando hacia el sureste, el tendido sigue por el pie de monte del Volcán Miravalles hacia el sector conocido como “Las Hornillas”, actualmente explotado por el Instituto Costarricense de Electricidad con el proyecto geotérmico Miravalles. En esta parte la geomorfología es ondulada suave compuesta por depósitos laháricos del antiguo Volcán Guayabo y del Miravalles (foto 7).

Siguiendo el trazo estudiado que toma rumbo sur, la geomorfología se compone de lomas y valles con topografía medio ondulada originada por las coladas de lava. Estas condiciones dejan ver la presencia de pequeñas lomas de contorno irregular; muchas de las cuales se extienden perpendicularmente a la pendiente del cono. En las partes más bajas, las lomas están separadas por depresiones de fondo irregular en las cuales a veces se forma una laguna. Esta unidad comprende lavas del tipo andesítico, cubierta con una pequeña capa de cenizas, que se va haciendo cada vez más plana hasta desaparecer en el abanico aluvial de los ríos Tenorio y Cañas (foto 8).

Tramo CR-3 (Cañas - Río Barranca).

A lo largo de las márgenes del Río Cañas y entre los poblados Vergel y Hotel; se encuentra un abanico aluvial formado por los ríos Cañas y Tenorio, el mismo forma una superficie plana que se confunde con la llanura del Tempisque, incluye terrenos pantanosos y, es de gran extensión. La pendiente dominante tiene una dirección noreste - suroeste, con una pendiente inferior a 1°. Los materiales que la componen son fragmentos de rocas volcánicas, con dominancia de andesita y basalto, así como tobas

riolíticas, todo dentro de una matriz arcillosa. Su origen se debe a la depositación efectuada por los ríos mencionados (foto 9).



La foto 7 (izquierda) muestra una vista panorámica de la topografía del terreno en el sector de las Hornillas pie de monte del Volcán Miravalles y la derecha (foto 8), el relieve casi plano en el extremo sur del mismo pie de monte.

Intercalado con la unidad anterior se encuentra, en los alrededores de la ciudad de Cañas, lo que se conoce como el paleo abanico de Cañas, cuya depositación fue en etapas anteriores. Dadas las características topográficas de este sector, también encontramos algunas pequeñas áreas en donde la planicie aluvial presenta influencia marina. Esta situación se da concretamente cerca de los poblados Tiquirrusas, El Güis, Santa Lucía, Limonal y Palma. En términos generales es un sector de relieve plano, que solo se ve interrumpido por la gran cantidad de ríos que lo cruzan.



Foto 9. En el sector de Lajas el tendido sigue paralelo al actual, por una zona de relieve muy plano.

A partir del Río Lagarto se presenta una geomorfología asociada al aporte de materiales de los ríos Guacimal, Sardinal, Aranjuez, Seco, Naranjo y Barranca, que han formado una serie de abanicos aluviales con una pendiente muy suave en dirección del Golfo de Nicoya. Los materiales que la componen son fragmentos grandes, principalmente lavas andesíticas y basálticas, dentro de una matriz de arena y arcilla.

Tramo CR-4 (Río Barranca - Río Grande de Tárcoles).

Este sector se inicia a partir del río Barranca, corresponde al pie de monte de los Montes del Aguacate y su forma actual está asociada a la depositación de sedimentos detríticos y volcánicos a la vez que se daban importantes deformaciones tectónicas, lo que le da una forma de meseta topográfica fuertemente disectada por los ríos que han formado gargantas y cañones. Esto es lo que se conoce como la meseta fallada por la tectónica Esparza - Orotina.

En el sector cercano a Río Barranca lo que predomina es una superficie plano ondulada, de filas amplias y redondeadas (foto 10), compuesta de rocas ignimbritas que originan terrenos arcillosos de la formación Orotina, pero también hay presencia de materiales de las formaciones Punta Carballo, Tivives.



Como se observa en la foto 10 el relieve en el sector de Mojón es de cerros redondeados con filas amplias.

Dentro de esta misma unidad, más hacia el sureste, aparece una superficie de pendiente plana o ligeramente plana a una altitud promedio es de 200 msnm, que se ve interrumpida por el Río Jesús María y sus afluentes, los cuales provocan la formación de laderas suavemente convexas que se convierten en verticales al encontrar materiales más resistentes. Su formación se asocia a corrientes de lodo originadas en los Montes del Aguacate. Entre los materiales que se encuentran están el cuarzo, basalto y andesita, todo dentro de una matriz arcillosa y arenosa.

Al sur del Río Machuca se extiende una superficie casi horizontal que llega hasta las márgenes del Río Tárcoles, en la que no hay presencia ríos o quebradas permanentes. La misma está compuesta por ignimbritas con un grado de consolidación variable. Su origen se debe a corrientes de ignimbritas que bajaron por el incipiente valle del Río Grande de Tárcoles hace algunos miles de años.

Tramo CR-5 (Río Grande de Tárcoles - Río Pirrís).

Al Sur del Río Tárcoles, por el límite este del Parque Nacional Carara, el relieve se vuelve más quebrado con presencia de un sistema montañoso de baja elevación, pero de pendientes fuertes y valles profundos, compuesto de rocas volcánicas y sedimentarias del Complejo de Nicoya. Dicho sistema lo conforman los cerros Tronco Negro y Montañas de Jamaica, así como el Fila Negra, que se ubica más al sur. En su paso por los principales ríos deben hacerse tendidos largos debido a que algunos cauces son amplios (foto 11).

En términos generales el relieve está constituido por laderas de pendiente fuerte (entre 20° y 30°), con filas y cauces angostos. Dadas esas condiciones y la fuerte precipitación que se presenta en la zona, así como la pérdida de la cobertura boscosa, en varios puntos se notan procesos erosivos fuertes, principalmente donde la cobertura es de pastos. Esta condición geomorfológica se repite en el sector de la Gloria, Bajos Guarumal y San Gerardo de Puriscal (Foto 12).



La foto de la izquierda (11), muestra la amplitud del cauce del río Turrubares, por lo que será necesario hacer vanos largos en este punto y la foto de la derecha (12) deja ver las características del relieve en sector aledaño al Parque Nacional Carara, así como los procesos erosivos en áreas de pastos.

Por el sector que se ubica entre las comunidades de Delicias y San Jerónimo el relieve se vuelve ondulado suave y muestra una concordancia de alturas, cuyo origen se asocia a un período de erosión marina que niveló el área y actualmente está siendo modelado por los procesos de erosión fluvial. Las cimas o filas son de buena amplitud. En esta parte del área de estudio el material predominante son rocas sedimentarias y basaltos profundamente meteorizados y su origen está ligado a un período de estabilidad tectónica que permitió a la erosión marina uniformar el relieve, luego se produjo un ascenso que dio paso a la erosión fluvial, provocando la formación de los valles.

Tramo CR-6 (Río Parrita - Río Savegre).

A partir del Río Parrita continúan las características de la zona descrita en el párrafo anterior y se extiende hasta el poblado del Porvenir, donde lo que se encuentran son colinas de poca altitud, con filas amplias.

Luego aparece una llanura aluvial que se extiende entre Parrita y Quepos, que es el resultado del aporte continuo de depósitos fluviales y de ladera, que vienen de Talamanca. Su origen es producto del arrastre y depósito de materiales por los ríos principales (Pocarito, Valeria, Damas, Cañas, Paquita y Naranja), que son los mismos que la atraviesan en sentido noreste – suroeste. La misma constituye un relieve ligeramente plano, con presencia frecuente de lomas bajas que se han quedado como relictos entre los depósitos aluviales y está compuesta de fragmentos de arenisca y lutita con algo de lava, las dos primeras bastante meteorizadas en superficie.

Sobre esta unidad los ríos han excavado cañones poco profundos, en algunos casos amplios pero bien definidos, lo que obligará a vanos largos en el cableado al paso por los mismos, para evitar la instalación de apoyos cerca de los cauces. Superficialmente no hay muestras de erosión fuerte, a pesar de la actividad agropecuaria que se da en la zona, esto debido a las características de un relieve muy suave.

Tramo CR-7 (Río Savegre - Tinamastes) y Tramo CR-8 (Tinamastes - Palmar Norte).

A partir del Río Savegre el proyecto continúa por la llanura aluvial del mismo por algunos metros y luego, a la altura del poblado de Silencio entra en el sistema montañoso que forma la Fila Costeña. Esta fila se originó por el levantamiento tectónico de un bloque de la corteza que ascendió a lo largo de las fallas y alcanzó una elevación máxima de 1 000 msnm a la altura de fila Tinamastes. Esta subunidad se compone de rocas de la formación Brito, con algunas intrusiones. Las rocas más comunes son areniscas de grano medio a fino, lutitas arcillosas y calizas. Actualmente este sector está siendo modelado por un sistema de drenaje joven, cuyos cauces son cortos, de fuerte pendiente y de comportamiento torrencial.

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por la presencia de pendientes fuertes y en las áreas en que se le ha quitado la cobertura boscosa hay evidencia de terrazas de soliflucción²⁶, sobre todo cuando el terreno está o ha estado dedicado al pastoreo.

En la primera parte de estos dos tramos el tendido sigue un proceso ascendente aprovechando las lomas de poca elevación, hasta llegar a una zona de relieve más suave, que es el valle del Río Guabo, luego continúa por un sistema de filas hasta alcanzar Fila Tinamastes; todo este paso se hace por la vertiente sur de la Fila Costeña (foto 13).

A partir de Tinamastes el tendido continúa por la vertiente norte, paralelo a la línea de cresta de la misma, por una distancia de más de 40 km, hasta llegar a la comunidad de San Rafael de Balsar, donde retorna a la vertiente sur. Durante este recorrido la

²⁶ Flujo descendente de la capa superior del suelo al aumentar la cantidad de agua líquida.

geomorfología continúa siendo de terrenos quebrados y filas angostas, que muestran algunas cicatrices de deslizamientos superficiales, asociados a la pérdida de la cobertura boscosa (fotos 14 y 15). Durante toda esta parte no hay problemas por la presencia de ríos o quebradas, ya que como se mencionó, el tendido va cerca de la línea de cresta que corresponde más bien a sitios en donde los sistemas fluviales son pequeños.



Foto 13. Este es el relieve que domina el sector a su paso por la comunidad de Guabo, al fondo se observa la fila Tinamastes que pasa normalmente nublada.

Finalmente, del poblado de San Rafael de Balsar en adelante, el tendido continúa por el pie de monte de la Fila Costeña, de forma más o menos paralela a la carretera Costanera. En este recorrido el relieve es de quebrado a ondulado, con presencia de algunos paleocantilados cerca de Balsar y se va suavizando hacia Palmar Norte. A lo largo de este sector del tramo se aprecia erosión en las áreas desprovistas de bosque y de mayor pendiente. En esta otra parte del recorrido se encuentran algunos drenajes importantes como el Río Pavón y la Quebrada Tigre, afluentes del Río Balsar, que es uno de los que causa más problemas de inundaciones a la comunidad de Puerto Cortés.



En la foto de la izquierda (14), se observa un relieve de topografía suave en el sector oeste de Fila Tinamastes y en la de la derecha (15), el relieve se vuelve más quebrado por el lado este de la misma fila, a la altura de la comunidad de Trinidad de Pérez Zeledón. Nótese algunos procesos erosivos en la foto 15.



Foto 16. En el sector de San Rafael de Balsar la topografía es de ondulada a quebrada, también se notan procesos erosivos en los suelos de tipo cárcava y pie de vaca.

Tramo CR-9 (Palmar Norte - Río Lagarto) y Tramo CR-10 (Río Lagarto - Frontera con Panamá).

Entre Palmar Norte y la frontera con Panamá el tendido va por el pie de monte de las filas Grisera, Cruces y Cal, siguiendo paralela a la carretera Interamericana Sur.

Esta es una unidad geomorfológica que se orienta de acuerdo con la dirección estratigráfica de las rocas sedimentarias que la forman, que son de las formaciones Caliza de Brito, Térraba, Zapote y Piedemonte. Las rocas son areniscas de grano medio a fino, lutitas arcillosas y calizas, con algunas intrusiones. Es una extensión de la fila Costeña,

por lo que su origen es el mismo; debido al levantamiento de un bloque de la corteza desde el fondo oceánico.

El relieve es de tipo ondulado a quebrado, con presencia de lomas que se ubican también paralelas a la carretera Interamericana Sur. En los sectores en que se ha perdido la cobertura boscosa se notan algunos procesos erosivos, aunque no muy fuertes (fotos 17, 18, 19 y 20).

A lo largo de estos tramos se encuentra la presencia de varios sistemas fluviales como son los ríos: Piedras Blancas, Esquinas, Coto, Lagarto y Caño Seco, entre otros, que están excavando cañones todavía de poca profundidad y son el principal agente de modelado en la actualidad. Todos estos a excepción del Coto y el Caño Seco, son ríos cortos de comportamiento torrencial.

B.1.1.2.1. Implicaciones ambientales

En términos generales este proyecto no tiene grandes implicaciones ambientales sobre las condiciones geomorfológicas de los lugares afectados. Por el tipo de proyecto el movimiento de tierras es bastante reducido y puntual, dado que en la gran mayoría de los casos hay vialidad que puede ser usada. En algunos casos será necesario rehabilitar unos tramos, pero eso no implica grandes movimientos de tierra y los accesos que haya que construir son los menos y generalmente cortos.



Las fotos 17 y 18 muestran los cambios en el relieve que se da a lo largo del pie de monte de la Fila Cruce. En la primera de izquierda a derecha se muestra un cerro de topografía suave en el sector de Piedras Blancas y en la segunda condiciones más quebradas en el sector de Cerro Oscuro.



Las fotos 19 y 20 muestran la cobertura de bosque y la topografía dominante en los sectores de Río Claro (izquierda) y Ciudad Neilly a la derecha. En el primer caso es un bosque secundario sobre topografía quebrada y en el segundo un bosque primario sobre el mismo tipo de topografía.

El movimiento de tierras asociado a la construcción de apoyos (torres) es un área muy pequeña y en la medida de lo posible se escogerán zonas planas de manera que no haya que hacer taludes.

No obstante lo anterior, para la construcción de cada apoyo será necesario hacer los estudios de detalle de manera que se asegure que las condiciones específicas de cada sitio sean adecuadas para sostener los mismos.

Por las mismas características de la vialidad existente, será poco frecuente atravesar los cauces fluviales durante la etapa constructiva, ya sea por la existencia de puentes o porque se puede acceder al lugar por ambas riberas de los ríos. Esto ayuda a evitar el paso constante de equipo pesado, que además de aportar sedimentos al cauce podría alterar la dinámica natural del mismo.

B.1.2. Edafología

B.1.2.1. Principales parámetros de la capacidad de uso de las tierras.

La descripción de las clases agrológicas de los diferentes tramos que constituyen la zona de estudio se hizo considerando las limitaciones de tipo edáfico, topográfico y climático que se presentan a lo largo de cada uno de los mismos.

En términos generales las principales limitaciones encontradas a lo largo del trayecto lo constituyen las variaciones en las pendientes, la profundidad efectiva de los suelos, exceso o déficit de humedad, mal drenaje, suelos erosionados o con alto riesgo de erosión, variaciones pronunciadas en la pedregosidad y texturas muy variadas.

Los factores restrictivos desde el punto de vista agronómico hacen que se deban llevar a cabo labores de conservación y mantenimiento de suelos acorde a cada una de las clases

de suelo si son de vocación agrícola y de lo contrario someter las diferentes áreas a programas de mantenimiento y zonificación de acuerdo con su capacidad de uso agrológico.

B.1.2.2 Principales órdenes de suelos en los tramos de estudio.

En la República de Costa Rica se identificaron los suelos que se indican a continuación, utilizando la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica:

Entisoles, son suelos de distribución global generalmente asociados a ambientes de laderas, zonas pantanosas, playas, valles y llanuras aluviales. Su escasa evolución se evidencia en la naturaleza mineral y en la ausencia de horizontes pedogenéticos, aunque eventualmente pueden presentar ócrico, antrópico, hístico o álbico. En su proceso de formación se destaca la poca intemperización de los materiales parentales producto de la erosión acelerada, procesos de remoción en masa que exponen superficies al ambiente, depositación reciente de materiales en conos de deyección, terrazas aluviales, depósitos coluviales y otros.

Inceptisoles, suelos poco desarrollados, con una incipiente diferenciación de horizontes. Su estado evolutivo puede ser progresivo, en el caso de encontrarse en un ambiente propicio para su desarrollo o bien, truncado (pedogenésis regresiva) por la acción de la erosión, la acción antrópica o el aporte de capas de material no meteorizados. Su distribución es amplia en zonas de clima húmedo y subhúmedo, abarcando desde el piso tropical hasta el montano en el caso de Costa Rica.

Mollisoles, son suelos evolucionados a partir de depósitos de los (depósitos de limos) en ambientes estables como llanuras o praderas con buen drenaje y pocos problemas de erosión. Son característicos de latitudes medias y altas, aunque también pueden encontrarse en los trópicos. Los suelos más viejos de este tipo presentan un horizonte argílico. En el proceso de formación la melanización, la humificación y la translocación de compuestos orgánicos e inorgánicos son los de mayor dominio. Cabe resaltar que estos suelos son altamente productivos pero propensos a la erosión, lo que hace que en zonas de alta pendiente deban ser protegidos mediante una adecuada cobertura vegetal que le reste energía al agua de escorrentía.

Vertisoles, suelos arcillosos con dominancia de montmorillonitas (arcillas 2:1), cuya principal característica es el alto coeficiente de expansión en condiciones de saturación. Su distribución comprende una franja entre los 30° N y 30° S. Se forman a partir de materiales básicos ricos en Mg y C, en ambientes anegados (depresiones inundadas) en zonas de clima contrastado, con una estación seca prolongada y precipitación entre 250 - 1 500 mm. Estos suelos son altamente inestables para la edificación de estructuras viales, tuberías, postes y torres de transmisión eléctrica por sus marcados cambios de volumen. Para este y cualquier otro proyecto se recomienda evitar este tipo de suelos para la cimentación de estructuras pesadas. En caso de que no puedan evitarse existen dos posibilidades: 1- tratar los suelos químicamente para evitar la expansión/contracción que sufren por efecto principalmente de la humedad o, 2- cimentar las estructuras en estratos

más profundos utilizando pilotes. En este último caso se debe dejar un espacio vacío entre la estructura y el suelo para evitar agrietamientos por expansión de este último.

Alfisolos, suelos caracterizados por poseer un epipedón ócrico y horizonte argílico. Su distribución latitudinal es amplia, en ambientes donde impera un clima que varía de semiárido a subhúmedo; se asocian a relieves ondulados y planos. En estos suelos la lixiviación, la eluviación y la iluviación son los procesos dominantes, poseen un horizonte Bt de concentración de arcillas con saturación de bases superior al 35%. Debido a estos procesos pueden presentar también frajipanes, duripanes y otros similares.

Histosoles, su formación se debe a la acumulación de materia orgánica en ambientes saturados de humedad y mal drenados en condiciones de baja temperatura, generalmente depresiones en zonas altas, lo cual induce a una lenta descomposición anaeróbica de la materia, proceso conocido como paludización. Pertenecen a latitudes altas y medias, aunque se les encuentra en zonas más bajas dentro de microclimas de altura muy localizados. En el caso de Costa Rica se hallan en las partes altas de la Cordillera de Talamanca, zona Norte, Pacífico Sur y litoral Caribe.

Ultisoles, suelos característicos de latitudes bajas y medias, con climas húmedos y calientes. Presentan un horizonte argílico o kándico y saturación de bases menor al 35%. Son suelos bien desarrollados en los que los procesos dominantes son el lixiviado y el lessivage (translocación de arcillas) que origina el horizonte Bt. En ellos el aluminio extraíble es alto. Dentro de la fracción arcilla es común encontrar caolinita, gibsita y menos comúnmente la montmorillonita.

Andosoles, suelos derivados de cenizas volcánicas, preferentemente piroclásticos. No presentan propiedades gleicas en los primeros 50 cm. Como características fundamentales presentan un horizonte ándico o vítrico que comienza en los primeros 50 cm. Solo puede tener como horizontes de diagnóstico adicionales a varios de los siguientes: hístico, fúlvico, melánico, móllico, úmbrico ócrico, dúrico, cámbico.

Seguidamente y tal cual se aprecia en los mapas 8 y 9 se describe para cada tramo los órdenes y clase agrológica correspondiente.

Tramo CR-1

El tramo CR-1 abarca 5 955,72 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y una clase agrológica (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Mollisoles	Udoll	277,45	4,66
Entisoles	Orthent	4 984,54	83,69
Inceptisoles	Tropept	693,73	11,65

Clase VI s123e1 2

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos: s123 Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del subsuelo cualquiera excepto las gruesas y la del suelo a 30 cm cualquiera. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión: e12 pendiente menor de 50 %, con erosión sufrida de nula a severa.

Tramo CR-2

El tramo CR-2 abarca 11851,76 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y dos clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Ultisoles	Humult	4 311,03	36,37
Inceptisoles	Tropept	1 890,66	15,95
Entisoles	Orthent	3 469,29	29,27
Andisol	Andept	2 180,78	18,40

Clase III s23e1

Clase III: Severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos s23 con texturas de finas a muy finas en pendientes menores al 3 %, sin piedra a ligeramente pedregosos.

Limitante erosión e1: pendientes menores al 15 %.

Clase VI s123e12

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos s123: Profundidad efectiva mayor a 60 cm, con cualquier tipo de textura en el suelo a 30 cm, y en el subsuelo cualquier textura, excepto las gruesas. Sin piedra a fuertemente pedregosa.

Limitante erosión e12: Pendientes menores al 50 %, con erosión de nula a severa.

Tramo CR- 3

El tramo CR-3 abarca 49 449,10 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y siete clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Inceptisoles	Tropept	13 458,91	27,22
Andisol	Andept	9 972,08	20,17
Entisoles	Orthent	4 126,41	8,34
Inceptisoles / Entisoles	Tropept / Orthent	2 372,05	4,80
Vertisoles	Ustert	1 664,81	3,37
Mollisoles	Udoll	6 196,47	12,53
Alfisoles	Ustalf	8 889,87	17,98
Ultisoles	Humult	2 768,51	5,60

Clase IV s2e1

Clase IV: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelo s2: Texturas del suelo y subsuelo a 30 cm, de muy finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e1: pendiente menor al 30 %.

Clase II s2

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, limitantes físicas que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelo s2: textura del suelo y subsuelo a 30 cm moderadamente finas a moderadamente gruesas.

Clase VI s23e1

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos s23: Textura del suelo a 30 cm de cualquier tipo, textura del subsuelo a menos de 30 cm con cualquier tipo excepto las gruesas. Sin piedras a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e1: Pendiente menor al 50 %.

Clase III s2e1

Clase III: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s2: Textura del suelo a 30 cm y del subsuelo a menos de 30 cm de finas a muy finas en pendientes menores al 3 %. Textura del suelo a 30 cm y del subsuelo a menos de 30 cm de finas a moderadamente gruesas en pendientes menores al 15 %.

Limitante erosión e1: Pendientes entre el 3 y 15 %.

Clase II e1

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, limitantes físicas que reducen la elección de los cultivos.

Limitante erosión e1: Pendiente menor al 8 %.

Clase VI s13e1c3

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor al 60 cm, sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e1: Pendiente menor al 50 %, con erosión sufrida de nula a severa.

Limitante clima c3: Neblina de ausente a moderada.

Clase IV s13e1c3

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 60 %, sin piedra a pedregoso.

Limitante erosión e1: pendiente menor al 30 %.

Limitante clima c3: neblina ausente a moderada, con climas pluviales que no permiten cultivos anuales.

Tramo CR-4

El tramo CR-4 abarca 22 400,23 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y seis clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Alfisoles	Ustalf	14 899,81	66,52
Entisoles	Orthent	1 004,99	4,49
Inceptisoles	Tropept	2 259,11	10,09
Na	Na	152,94	0,68
Entisoles	Psamment	90,72	0,40
Ultisoles	Humult	3 992,66	17,82

Clase IV s12d1c3

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Suelo con profundidad de 30 cm con textura muy finas a moderadamente gruesas. Subsuelo menor de 30 cm, con textura muy finas a moderadamente gruesas.

Limitante drenaje d1: Moderado a lento a moderado a excesivo.

Limitante clima c3: Neblina ausente a moderada. Climas pluviales no permiten cultivos anuales.

Clase II s123e1c3

Clase II: Requiere de prácticas de manejo moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de cultivos.

Limitante suelo s123: Profundidad efectiva mayor a 90 cm. Textura del suelo a 30 cm moderadamente finas a moderadamente gruesas, textura en el subsuelo de finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e1: Pendiente menor al 8 %.

Limitante clima c3: Neblina ausente a moderada.

Clase II s2c3

Clase II Requiere de prácticas de conservación moderada, limitantes físicas que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos s2: Textura del suelo a 30 cm moderadamente finas a moderadamente gruesas, textura en el subsuelo de finas a moderadamente gruesas.

Limitante clima c3: Neblina ausente a moderada.

Clase VII s13e12

Clase VII: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida nula a severa.

Clase II s2d12c3

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, con limitantes físicas que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos s2: Textura del suelo a 30 cm moderadamente fina a moderadamente gruesa, textura del subsuelo finas a moderadamente gruesas a menos de 30 cm.

Limitante drenaje: Moderado excesivo a moderado lento. Riesgo de inundación de nulo a leve.

Limitaciones de clima c3: Neblina ausente a moderada.

Clase VII s13

Clase VII: Las limitaciones se incrementan, siendo no aptas para cultivos y con uso limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Tramo CR-5

El tramo CR-5 abarca 16 506,45 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y cinco clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Ultisoles	Humult	15 202,17	92,10
Entisoles	Orthent	84,43	0,51
Alfisoles	Ustalf	1 218,61	7,38
Inceptisoles	Tropept	1,24	0,01

Clase VII s13e12

Clase VII: Suelos con limitaciones físicas muy severas que no los hacen aptos para cultivos y con uso limitados para pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida nula a severa.

Clase III s12e1

Clase III: Severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a 30 cm, finas a moderadamente gruesas, subsuelo menor a 30 cm con textura fina a moderadamente gruesas.

Limitante erosión s12: Pendiente menor a 15 %.

Clase IV s13d1

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Sin piedra a pedregoso. Climas pluviales no permiten cultivos anuales.

Limitante drenaje d1: Moderado lento a moderado excesivo.

Clase IV s12e12

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a los 30 cm muy fina moderadamente gruesa. Textura del subsuelo a menos de 30 cm muy finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e12: Pendiente menor de 30 %. Erosión de nula a moderada.

Clase III s12e12

Clase III: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a los 30 cm, fina a moderadamente gruesa. Textura del subsuelo a menos de 30 cm, finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 15 %. Erosión sufrida de nula a moderada.

Tramo CR-6

El tramo CR-6 abarca 14 330,10 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y cuatro clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Ultisoles	Humult	10 131,34	70,70
Inceptisoles	Tropept	3 505,77	24,46
Entisoles	Aquent	81,93	0,57
Entisoles	Orthent	611,06	4,25

Clase III s12e12

Clase III: Severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a los 30 cm, fina a moderadamente gruesa. Textura del subsuelo a menos de 30 cm, finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 15 %. Erosión sufrida de nula a moderada.

Clase IV s12e12

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante suelos s12: Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a 30 cm y del subsuelo a menos de 30 cm de muy finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e12: Pendiente menor de 30 %. Erosión sufrida de nula a moderada.

Clase VI e12

Clase VI: Fuertes limitaciones de manejo, siendo no aptas para cultivos, limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante por erosión e12: Pendiente menor a 50 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Clase VII s13e12

Clase VII: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Tramo CR-7

El tramo CR-7 abarca 19 867,58 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y siete clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Inceptisoles	Tropept	774,39	3,90
Ultisoles	Humult	19 093,19	96,10

Clase VI e12

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante erosión e12: Pendiente menor del 50 %. Erosión sufrida de nula a moderada.

Clase VI e1

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante erosión e1: Pendiente menor del 50 %.

Clase II s1

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos s1: Profundidad efectiva mayor a 90 cm.

Clase VII s13e12

Clase VII: Fuertes limitaciones, siendo no aptas para cultivos y con uso limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos s13: Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Clase III s1e12

Clase III: Tiene severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos s1: Profundidad mayor a 60 cm. Pendiente menor al 15 %, erosión nula a moderada. Profundidad mayor 90 cm.

Limitante erosión e12: Pendientes menores al 3 %. Erosión de nula a leve.

Clase III s2e1

Clase III: Tiene severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos s2: En suelos de 30 cm textura de fina a muy fina en pendientes menores 3 %, y en el subsuelo texturas finas a muy finas. En pendientes menores a 15 % texturas del suelo a 30 cm de finas a moderadamente gruesas y en el subsuelo de finas a moderadamente gruesas.

Limitante erosión e1: Pendiente menores de 3 y 15 %.

Clase VII s1e12

Clase VII: Fuertes limitaciones, siendo no aptas para cultivos y con uso limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos s1: Profundidad efectiva mayor a 30 cm.

Limitante erosión e12: Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Tramo CR-8

El tramo CR-8 abarca 13 003,60 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y tres clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Ultisoles	Humult	11 102,31	85,38
Inceptisoles	Tropept	330,23	2,54
Ultisoles	Udult	1 571,06	12,08

Clase VII s1e12

Clase VII: Las limitaciones se incrementan, siendo no aptas para cultivos, con uso limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos: Profundidad efectiva mayor a 30 cm.

Limitante erosión: Pendiente menor al 75 %, erosión sufrida de nula a severa.

Clase VI e1

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante erosión: e1 Pendientes menores al 30 %. Climas pluviales no permiten cultivos anuales.

Clase VI e12

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos, limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante erosión: e12 Pendientes menores al 30 %. Climas pluviales no permiten cultivos anuales. Erosión sufrida de nula a moderada.

Tramo CR-9

El tramo CR-9 abarca 24 893,60 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y cuatro clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Inceptisoles	Tropept	3 186,98	12,80
Ultisoles	Humult	6 126,93	24,61
Entisoles	Orthent	15 579,69	62,59

Clase II s2d1

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelo: s2 Textura del suelo a 30 cm de moderadamente fina a moderadamente gruesa. La textura del subsuelo a menos de 30 cm fina a moderadamente gruesas.

Limitante drenaje: d1 Moderadamente excesivo a moderadamente lento.

Clase VII s13e12

Clase VII: Las limitaciones se incrementan, siendo no aptas para cultivos y con uso limitados a pastos, bosque o vida silvestre.

Limitante suelos: s13 Profundidad efectiva mayor a 30 cm. Sin piedra a fuertemente pedregoso.

Limitante erosión: e12 Pendiente menor al 75 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Clase IV e1

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante erosión: e1 Pendiente menor al 30 %.

Clase II s2

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos: s2 Textura del suelo a 30 cm de moderadamente fina a moderadamente gruesa. La textura del subsuelo a menos de 30 cm fina a moderadamente gruesas.

Tramo CR-10

El tramo CR-10 abarca 7 796,87 hectáreas y presenta los órdenes y subórdenes de suelos que se muestran en la siguiente tabla y siete clases agrológicas (ver cuadro B.1.2).

Orden	Suborden	Area/Ha	%
Andosol	Andept	56,52	0,72
Entisoles	Orthent	7 546,87	96,79
Inceptisoles	Tropept	193,48	2,48

Clase IV e1

Clase IV: Suelos con severas limitantes que restringen el uso de cultivos o requiere prácticas de conservación y manejo muy especiales o ambos.

Limitante erosión: e1 Pendiente menor al 30 %.

Clase II s1

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos: s1 Profundidad efectiva mayor a 90 cm.

Clase III s12 d1

Clase III: Tiene severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos: s12 Profundidad efectiva mayor a 60 cm. Textura del suelo a los 30 cm, fina a moderadamente gruesa. Textura del subsuelo a menos de 30 cm, finas a moderadamente gruesas.

Limitante drenaje: d1 Moderadamente excesivo a moderadamente lento.

Clase II s1

Clase II: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante suelos: s1 Profundidad efectiva mayor a 90 cm.

Clase VI e12

Clase VI: Tienen limitantes severas que la hacen inadecuada para cultivos y limitan su uso a pastos, bosque o protección de vida silvestre.

Limitante erosión: e12 Pendiente menor al 50 %. Erosión sufrida de nula a severa.

Clase II s1

Clase II: Tiene severas limitantes que reducen la elección de cultivos o requiere prácticas especiales de conservación.

Limitante suelos: s1 Profundidad efectiva mayor a 90 cm.

Clase III e1

Clase III: Requiere de prácticas de conservación moderadas, o tiene limitantes que reducen la elección de los cultivos.

Limitante erosión: e1 Pendiente menores a 3 % y menores de 15 %.

Cuadro B.1.1. Principales Ordenes de Suelos por cada Tramo y Subtramo

Tramo	Orden de Suelos	Subtramo
CR-1	Entisol	2-3-4-5
	Inceptisol	1-5
CR-2	Entisol	1-2-3
	Inceptisol	2-3-4
	Ultisol	4-5-6-7
	Andosol	3-4-5-6
CR-3	Inceptisol	1-2-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-22-23-28-30-31-32
	Ultisol	2-3-4
	Entisol	13-14-15-16
	Inceptisol/Entisol	16-17-18-20
	Vertisol	20-23-25-26-27-28
	Alfisol	24-25-26-28-29-30-31-32-33
	Andosol	8-9-10-11-12-13-14
CR-4	Alfisol	1-2-3-4-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34
	Entisol	3-5-35
	Ultisol	4-5-6-7-23
	Inceptisol	6-8-35
CR-5	Inceptisol	1
	Entisol	1-2-3
	Alfisol	3-4-5-6-7
	Ultisol	8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28
CR-6	Ultisol	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15
	Inceptisol	1-4-5-6-7-14-15
	Entisol	9-15
CR-7	Ultisol	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17
	Inceptisol	1-2
CR-8	Ultisol	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19
CR-9	Ultisol	1-2-3-4-10-11-18-19
	Inceptisol	2-3-4-11
	Entisol	3-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16-17-18-19-20
CR-10	Entisol	1-2-3-4
	Andosol	2-3-4

Cuadro B.1.2. Principales Ordenes de Suelos por cada Tramo y Subtramo

Capacidad de Uso de Suelos por Tramo	
Tramo	Capacidad de Uso
CR-1	VI s123e1 2
CR-2	IIIs2e1, VIIs123e12
CR-3	IVs2e1, IIs2, VIIs23e1, IIIIs2e1, IIs1, VIIs13e1c3, IVs13e1c3
CR-4	IVs12d1c3, IIs123e1c3, IIs2c3, VIIs13e12, IIs2d12c3, VIIs13
CR-5	VIIs13e12, IIs12e1, IVs13d1, IVs12e12, IIs12e12
CR-6	IIIIs12e12, IVs12e12, Vie12, VIIs13e12
CR-7	Vie12, Vie1, IIs1, VIIs13e12, IIs1e12, IIIIs2e1, VIIs1e12
CR-8	VIIs1e12, Vie1, Vie12
CR-9	IIs2d1, VIIs13e12, IVe1, IIs1
CR-10	IVe1, IIs1, IIIIs12d1, IIs1, IVe12, IIs1, IIIe1

B.1.3. Agua

B.1.3.1 Red hidrológica

Para efectos del estudio, en Costa Rica, la vertiente del Pacífico se dividió en tres regiones, Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur.

El Pacífico Norte comprende la vertiente oeste de la cordillera de Guanacaste hasta la desembocadura del Río Grande de Tárcoles. Entre las coordenadas 320 000 y 350 000 y entre las coordenadas 180 000 y 350 000 Costa Rica Lambert Norte. La zona comprende las cuencas de los ríos Peñas Blancas, Tempisque, Bebedero, Abangares y otros, Barranca, Jesús María y Grande de Tárcoles.

La zona del Pacífico Central comprende la vertiente oeste de la Cordillera de Talamanca, al sur del Río Grande de Tárcoles, hasta la vertiente oeste de la Fila Costeña al sur del Río Barú, entre las coordenadas 410 000 y 500 000 y entre las coordenadas 330 000 y 425 000 Costa Rica Lambert Sur. La zona comprende las cuencas de los ríos Tusubres y otros, Parrita, Damas y otros, Naranjo, Savegre y Barú.

La zona del Pacífico Sur comprende la vertiente oeste de la Cordillera de Talamanca, incluyendo el valle del General y la vertiente oeste de la Fila Cruces en el extremo sur, entre las coordenadas 500 000 y 590 000 y entre las coordenadas 330 000 y 360 000 Costa Rica Lambert Sur. La zona comprende las cuencas de los ríos Grande de Térraba, ríos de la Península de Osa, así como el Río Esquinas y otros.

Este estudio no analiza los niveles máximos de avenidas debido a que esto requiere estudios específicos de cada cuenca, que se harán como parte del diseño del proyecto en aquellos casos en que corresponda. La mayor parte de la línea transcurre por la parte alta de las cuencas, en donde no existe riesgo de inundación. Este documento indica los

tramos que presentan algún grado de riesgo de inundación, para los cuales se deberán hacer estudios más detallados durante el proceso de diseño.

B.1.3.2. Características físicas

En el cuadro B.1.3 se presentan las características principales de las cuencas consideradas para el estudio y para cada una de las zonas indicadas en Costa Rica tal cual se aprecian en el mapa 10 donde se muestran las cuencas.

Cuadro B.1.3. Cuencas consideradas para el EsIA

Pacífico Norte				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
19. Río Tempisque	3 408	138	1 916	24,25
20. Río Bebedero	2 052	62	2 028	24,64
21. Río Abangares y otros	1 365	43	1 825	20,63
22. Río Barranca	507	55	2 200	36,15
23. Río Jesús María	361	40	1 340	34,38
24. Río Gde. de Tárcoles	2 171	94	2 906	33,30
Pacífico Central				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
25. Río Tusubres	833	39	1 756	21,79
26. Río Parrita	1 275	52	2 050	48,36
27. Río Damas	461	36	2 116	34,37
28. Río Naranjo	335	41	3 010	23,54
29. Río Savegre	596	56	3 491	54,40
30. Río Barú	565	24	1 333	52,49
Pacífico Sur				
Cuenca	Area Km²	Longitud del Cauce Principal Km	Elevación Máxima msnm	Pendiente Promedio %
31. R. Grande de Térraba	5 080	160	3 820	48,06
32. Río Península de Osa	1 971	64	1 500	28,58
33. Río Esquinas y Otros	461	36	2 116	24,57

B.1.3.3 Embalses en proyecto

En Costa Rica, el ICE tiene varios proyectos hidroeléctricos a distintos niveles de estudio dentro de cuencas que serán atravesadas por la línea de transmisión pero fuera del área de influencia de la línea. Estos proyectos son, Pirrís - Parrita, Savegre y Boruca.

B.1.3.4 Zonas inundables

Cuenca Pirrís - Parrita

La Cuenca No. 26 del Río Parrita tiene un área total de 1 225,4 Km² y está formada por los ríos principales de Grande de Candelaria, Parritilla y Pirrís, que se unen dando lugar al Río Parrita.

Dicha cuenca ocupa parte de las subregiones de la región Central: Carraigres, Puriscal, Quepos, Los Santos, Cartago, Aserrí, Desamparados, Cartago y Guarco.

En toda la cuenca, las altas intensidades de lluvia son un factor importante para la erosión al suelo, donde los problemas por deslizamiento son frecuentes. Esto se agrava por el proceso de deforestación que se ha llevado a cabo, estando la mayor parte del sector desprovisto de vegetación arbórea y arbustiva, dedicándose la tierra fundamentalmente a cultivos agrícolas sin obras de conservación de suelos y, a pastizales, por lo que la capacidad de infiltración es muy pequeña, provocando grandes escorrentías.

La mayoría de la cuenca está constituida por tierras montañosas de fuertes pendientes, en ocasiones de gran longitud. Es recorrida de este a oeste por una serie de cadenas montañosas separadas por los valles de los ríos que corren en la misma dirección hasta la parte occidental de la cuenca donde se unen sucesivamente, tomando una dirección norte-sur, donde dan origen al Río Parrita, que discurre por una llanura aluvial hasta el Océano Pacífico.

La máxima altura es el cerro las Vueltas (3 156 msnm), situado en el extremo este de la cuenca. También destaca el Cerro Carraigres que supera los 2 500 msnm, situado entre los valles de los ríos Grande de Candelaria y Pirrís y los cerros de Escazú.

Las áreas de topografía suave son escasas y de pequeña extensión, a excepción de la llanura aluvial que forma el Río Parrita en la parte baja de la cuenca.

Lo accidentado de la topografía de la zona, junto al régimen de precipitaciones, favorece la formación de grandes caudales con velocidades muy altas del agua. Esta combinación hace que las aguas que llegan a los caminos que bordean estos ríos tengan una enorme capacidad erosiva, por lo que se hace muy necesario el diseño de los caminos cercanos a los cauces, especialmente en el caso del Río Parrita.

Dada la gran inestabilidad de la mayoría de las formaciones de rocas existentes en la cuenca y además de los procesos generalizados de reptaciones, unido a la accidentada topografía y al régimen de precipitaciones, es que gran parte de los ríos que son afluentes principales arrastran mucha cantidad de sedimento, rocas, troncos aguas abajo, hasta llegar a la confluencia con el Río Pirrís y posteriormente a la llanura aluvial donde las aguas se desbordan en toda la planicie, provocando serios problemas a todas las comunidades asentadas en las márgenes del cauce principal.

Llanura Aluvial del Río Parrita

Los impactos más notorios por inundaciones que registra este río se sitúan en algunas áreas adyacentes al mismo, a su paso por la llanura aluvial, sitios en los que por la fertilidad intrínseca de esos suelos, han sido ocupados desde la década de los 50 por actividades agrícolas basadas en la explotación bananera primero y palma aceitera después, además de grandes extensiones dedicadas al cultivo del arroz y el sorgo.

Las características del patrón de drenaje meándrico, entre otros aspectos, muestra cómo por secuencias simultáneas de erosión y depositación muy típicas, el curso principal migra, constituyéndose estos cambios del lecho fluvial en el principal peligro que presentan estos ríos.

En el sector son muchas las áreas cultivadas de palma aceitera que muestran los microrelieves de terrazas fluviales y cauces abandonados, los cuales se reactivan una vez que da inicio el período de lluvias fuertes

La existencia de muchos recodos favorece que el agua concentre su poder erosivo y debilite por excavación el escarpe. Esta situación ha motivado la construcción de diques de protección a lo largo de varios tramos, para proteger la población de Parrita.

Cuenca del Río Naranjo

La cuenca No. 28 del Río Naranjo está constituida por los ríos Naranjo y Brujo, y sus afluentes principales son: Río Naranjillo, Quebrada Llano Grande, Bijagual y Guapinol, con un área total de 3 351 Km².

El Río Naranjo presenta un fuerte dinamismo al ingresar a la llanura aluvial, localizada inmediatamente al este de las serranías costeras adyacentes a Quepos. Las evidencias en los cambios graduales del cauce y la característica típica del patrón de drenaje meándrico, muestran cómo por secuencias simultáneas de erosión y depositación muy típicas, el curso principal migra, dejando meandros abandonados y terrazas. Este río tiene en la actualidad un alto potencial de generar inundaciones ya que se se presentan rasgos característicos debido a las avenidas extraordinarias que han invadido no solo plantaciones de palma aceitera, sino terrenos con pastizales y arroz, convirtiéndose estos cambios del lecho fluvial en el principal peligro que se presenta en esta área.

Cuenca del Río Savegre

La cuenca superior del Río Savegre se ubica en el Páramo Buenavista, cerca de la Carretera Interamericana. Los ríos División y Zapotales, y más abajo en la cuenca intermedia las Quebradas Domingo, Savegre y Blanco, entre otras, constituyen el Río Savegre. Luego de transcurrir por relieves quebrados y zonas de alta inestabilidad por deslizamientos, hace ingreso a una planicie aluvial encajonada donde existen muchos asentamientos humanos a lo largo del cauce, para finalmente ingresar a una extensa llanura aluvial, donde el canal principal. en su paso de terreno montañoso a la llanura aluvial, se divide en varios canales de aguas, los que en presencia de lluvias fuertes son

capaces de transportar y depositar grandes volúmenes de sedimentos y rocas, entre otros elementos.

Dada la fertilidad de estos suelos, es que muchos asentamientos se han ubicado a lo largo de este río, sin considerar el alto riesgo por inundación que encierran las planicies aluviales. Dicho peligro no ha sido factor limitante en su uso, ya que los primeros reportes por inundación son de 1 954.

El Río Savegre en la llanura aluvial asume una dinámica de tipo meándrico manifestada por la sinuosidad de su cauce principal y por la presencia de cauces abandonados, que se reactivan fácilmente con lluvias fuertes o eventos hidrometeorológicos extraordinarios. Este rasgo del proceso fluvial permite destacar el fácil proceso de socavamiento y migración hacia afuera de la orilla externa del río, coincidiendo este desplazamiento en algunos tramos con la base del camino. En éstas partes la erosión es muy fuerte y ha provocado deslizamientos y destrucción de las vías, caso típico entre El Silencio y Santo Domingo, el que a su vez no podría ser fácilmente rectificado ya que este se encuentra entre el río y el relieve montañoso.

En síntesis se trata de una cuenca joven, sin equilibrio erosivo, con laderas inestables, que está drenada por ríos caudalosos con afluentes cortos (torrentes), que en presencia de factores ambientales propicios (lluvias, suelos, pendientes fuertes), se desborda fácilmente. Debido al desbordamiento, erosión y lavado de los caminos, muchas comunidades han que han quedado aisladas, habiéndose dado además la destrucción de viviendas tales como: Savegre Abajo, Brujo, Blanco, Santo Domingo, El Silencio y Finca Marítima.

Algunos factores a considerar son:

- El relieve es joven y muy irregular.
- El cauce principal es relativamente corto y de mucho gradiente topográfico.
- La forma alargada de la cuenca hacia el sureste y la existencia de dos ríos principales: División y Savegre, que conforman una red dominada por gran cantidad de afluentes con un alto gradiente topográfico, que se convierten en torrentes de alto caudal.
- Todo lo anterior propicia condiciones para altas magnitudes de sedimentación en los cauces auxiliares y principales de la cuenca.

Caracterización Bio-Física

En el cuadro B.1.4 se enumeran las principales características de la cuenca, con base en datos del “Diagnóstico del Estado de Conservación de los Recursos Naturales de la Cuenca Baja del Río Savegre, Costa Rica”, por el Lic. Alfonso Pérez Gómez, 1996.

Cuadro B.1.4. Características Principales de la Cuenca del Río Savegre

Variabes	Datos
Ubicación	84° 42' 84.05" O y 21° 09' 37.0" N
Área	539,5 Km ²
Forma	Alargada hacia el sureste (SE)
Precipitación media anual	4 367 mm
Caudal	46,5 m ³ /s
Sistema de drenaje	Ríos principales: Savegre y División, dominados por muchos afluentes cortos de alto gradiente topográfico (dentrítico)
Geología	Unidades Sedimentarias del Terciario y depósitos cuaternarios. Dominado por buzamientos y cataratas propias de relieve joven.
Geomorfología	Irregular y variable (Cuenca Alta). Cerros Páramo y valles pequeños (Cuenca baja).
Clima	Estación seca de diciembre a abril y tropical lluvioso.

Fuente: Gómez, Pérez Alfonso, 1996.

Debe considerarse que debido a las características de topografía irregular, e hidrológicas de la cuenca, existe una estrecha relación entre la gran fragilidad que existe y el gran deterioro que ocurre en la cuenca. Esto es particularmente preocupante considerando que el colector (Savegre) nace en el Páramo y desemboca en la costa, drenando diferentes altitudes y zonas de vida.

Los asentamientos principales (Cuenca baja) son: Savegre Abajo - El Llano -Brujo y Silencio y Finca Marítima. La cuenca se caracteriza por evidenciar cuatro niveles bien definidos desde el punto de vista socioeconómico:

1. La cuenca alta está dominada por un clima, un relieve y una carencia de infraestructura vial y de servicios, que la hacen poco atractiva para el desarrollo de asentamientos humanos, por lo que predomina la cobertura forestal (Reserva Forestal Los Santos).
2. La cuenca media hacia el Río División está dominada por frentes de colonización caracterizados por poblaciones muy dispersas y dedicadas principalmente a la ganadería extensiva y granos básicos.
3. La cuenca baja está dominada por asentamientos pequeños, establecidos en valles pequeños (Santo Domingo) o bien las riberas de los ríos (Silencio y Finca Marítima).
4. La economía es principalmente extractiva y turística, en manos de muchos pequeños productores o por el contrario de terratenientes (cuenca baja).

Procesos que deterioran la cuenca

La combinación de algunas variables ambientales de la cuenca y de la actividad humana, han acelerado muchos procesos que ponen en peligro el equilibrio ambiental de la cuenca. Entre ellos cabe destacar:

1. Alta Inestabilidad de laderas. Este es el principal problema ambiental de la cuenca y se debe a la combinación de varios factores tales como:
2. La cuenca es geológicamente joven y geomorfológicamente genera laderas con un alto gradiente topográfico, dominado por cauces encañonados.
3. El río nace a 3 065 msnm y desemboca directamente al Océano Pacífico con una alta gradiente en su recorrido.
4. La precipitación es alta y los suelos son arcillosos.
5. Se encuentran principalmente afluentes cortos, de alto gradiente topográfico, con un elevado porcentaje de ganadería extensiva. Asimismo, el creciente proceso de colonización espontánea para ganadería extensiva pone en peligro y aumenta la fragilidad de las laderas de la cuenca media y baja. Se evidencian cárcavas, desprendimientos en potreros de pendientes media a alta.
6. Los meandros del río en su trayecto de llanura, donde abundan terrazas de depósitos no consolidados, que por su ubicación y estructura no constituyen barreras naturales al río, conformando un "cauce móvil lateralmente", esto implica erosiones de las márgenes. Esta situación es altamente riesgosa considerando que los principales asentamientos se ubican al lado de los ríos Savegre y División.

Pese a lo anterior la línea de transmisión se ubicará en la parte media-alta de la cuenca donde estos procesos no se evidencian.

Microcuencas de los ríos Hatillo Nuevo y Viejo

Las microcuencas de los Ríos Hatillo Nuevo y Viejo son pequeñas y se caracterizan por un alto incremento de los procesos erosivos en los suelos, principalmente debido a la deforestación. Dichas microcuencas pertenecen a la cuenca del Río Barú. Esta situación provoca una fuerte escorrentía superficial sobre el terreno, generando en muchos casos deslizamientos con el agravante de arrastrar árboles, rocas y mucho sedimento. La recarga y el aumento del caudal en las partes bajas han impactado directamente la estructura del puente sobre el Río Hatillo Nuevo, que fue totalmente destruido.

Debe indicarse que cualquier trabajo a realizar en la zona debe integrar un análisis total sobre las condiciones de la cuenca, considerando los deslizamientos y aquellas áreas con evidencias de alta inestabilidad (reptaciones intensas), para correlacionar los posibles efectos que pueden generarse en las partes inferiores de la cuenca.

Dado que la línea de transmisión se ubica completamente en la parte superior de estas microcuencas no se prevé que sus estructuras se vean afectadas, sin embargo, los trabajos de construcción pueden generar efectos como los comentados para las partes inferiores de las microcuencas.

Cuenca Inferior del Río Grande de Terraba

Los terrenos actualmente ocupados por los poblados de Palmar Norte y Palmar Sur son fincas que, por las incidencias climatológicas (efectos indirectos de huracanes, tormentas tropicales o incluso inviernos prolongados), sufren inundaciones por el desbordamiento en la parte inferior de la Cuenca del Río Grande de Terraba. Ciudad Cortés, con las mismas características de los poblados antes citados, es afectada por las inundaciones de los ríos Balzar y Terraba.

De acuerdo con los antecedentes por inundación, los centros urbanos de Palmar Norte y Palmar Sur no se reportan como muy afectados por crecidas extraordinarias, debido a que el cauce del Río Grande de Terraba después del puente principal, experimenta un alivio al bifurcarse en varios brazos principales, que a su vez forman varias acumulaciones fluviales denominados La Ínsula y la Isla Sorpresa.

Otro factor que podría favorecer o atenuar la situación de peligro aquí, consiste en que los Asentamientos de Palmar Norte y Sur ocupan las márgenes en un punto en donde el cauce forma una curva.

La acción erosiva de mayor riesgo se concentra hacia la margen externa sobre la que se sitúa Palmar Sur. Sin embargo, ésta es amortiguada por el flanco vertical rocoso (calizas) de las estribaciones de la Fila Grisera) que a su vez sirve de protección natural al poblado. La amplia planicie sobre la que se ubica Palmar Norte corresponde al proceso inverso, es decir, un área de acumulación sedimentaria en la margen interna del curso fluvial.

Los serios problemas que han generado las inundaciones en el poblado de Ciudad Cortés, tanto en plantaciones como en la infraestructura, tienen referencias desde 1 916, así como de octubre de 1 954 y 1 955. De esta fecha en adelante y en menor escala, han causado daño a esta zona las avenidas de setiembre de 1 971, agosto 1 973, 1 981, 1 993 y julio de 1 996. Esto se explica pues gran parte de las viviendas están construidas en terrenos planos y caracterizados por materiales aluvionales, depositados por las inundaciones que se han originado en los últimos tiempos geológicos.

Cabe destacar que como medida de mitigación en las áreas de Palmar Norte, Sur y Ciudad Cortés, se han efectuado dragados y diques con la finalidad de salvaguardar los bienes materiales y vidas humanas. Muchos de estos trabajos perduran por varios años, pero la alta precipitación y el arrastre de sedimentos hacen que las obras efectuadas sean destruidas en pocas horas por los eventos hidrometeorológicos extraordinarios.

Subcuenca del Río Corredores

Dique a lo largo del Río Corredores

El Río Corredores se localiza en la cuenca del Río Esquinas y atraviesa la comunidad de Ciudad Neilly. La inestabilidad de los sectores aledaños al curso, explica el hecho de que la ciudad se asienta en la salida del cono de deyección del Río Corredores y Caño Seco, en un relleno fluvial, sector preciso en el que estos abandonan el área montañosa

para adentrarse en la planicie aluvial, que a su vez se introduce en una angosta discontinuidad montañosa.

Dada la estrechez del valle fluvial y el cambio de pendiente que los ríos tienen en esta parte, se generan arrastres torrenciales, produciendo no solo desbordamientos, sino la acumulación de material a lo largo del cauce.

A raíz de ello, se procedió a efectuar los diques a lo largo del Río Corredores, que actualmente han protegido a la comunidad de Ciudad Neilly.

La línea de transmisión se ubica en la parte superior de la zona montañosa y no existe afectación en cuanto a problemas de inundación o erosiones antes comentados.

B.1.3.5. Hidrogeología

B.1.3.5.1. Descripción de acuíferos

A continuación se hace una breve descripción de los principales acuíferos que atraviesa la línea de transmisión eléctrica, destacando algunos parámetros hidrogeológicos e interpretando su grado de vulnerabilidad.

Existen algunos acuíferos bien diferenciados y otros que lo están en menor grado; sin embargo a pesar de esta limitante se procurará indicar los principales parámetros que los caracterizan, como la profundidad del nivel estático, la permeabilidad de la zona saturada, el potencial de producción de aguas subterráneas y la vulnerabilidad a la contaminación. Para ello se ha tomado como base la caracterización geológica por donde pasará la línea de transmisión eléctrica, en la que se han identificado los siguientes tipos geológicos según su origen: rocas sedimentarias, ignimbritas, coladas de lava, depósitos aluviales y coluviales, roca volcánica, roca sedimentaria volcanoclástica y basaltos.

Coladas de lava

Este material predomina en las faldas de la cordillera volcánica del país, principalmente en la zona nor-este, entre los tramos CR-1 y CR-2 y parte del tramo CR-3. Está formado principalmente por lavas con intercalaciones de ceniza volcánica, lahares y aglomerados. Su formación es reciente y se ubica en el período cuaternario. Por ser una región relativamente plana cuyas elevaciones no sobrepasan los 100 msnm los niveles de los acuíferos están a menos de 10 m de la superficie. Sin embargo, los valores de conductividad hidráulica son relativamente bajos por lo que el potencial de producción de los pozos es del orden de los 5 l/s. La vulnerabilidad a la contaminación se considera baja.

Ignimbritas

Este material predomina en la parte norte del país y se ubica dentro del proyecto a partir de la mitad inferior del tramo CR-3. En este caso está asociado principalmente a la Formación Liberia, caracterizada por ignimbritas formadas por la acumulación de cenizas

pomáceas, ricas en cuarzo, feldespatos, biotita y fragmentos de pómez. La misma subyace a la Formación Bagaces, que corresponde a tobas de composición dacítica del tipo ignimbritas. En la Formación Liberia los niveles de las aguas subterráneas se encuentran por debajo de los 10 m de profundidad. Estas tobas generalmente presentan valores relativamente bajos de conductividad hidráulica de modo que el potencial de producción en pozos que captan este acuífero es del orden de los 5 l/s. De acuerdo con las características apuntadas se le considera un acuífero de una baja vulnerabilidad a la contaminación.

Depósitos aluviales y coluviales

Este tipo de material predomina en los tramos CR-4, CR-6 y CR-7; se le asocian características de alta conductividad hidráulica (permeabilidad) como material no consolidado. En caso de que se presente como material consolidado, las características de permeabilidad serán mas bien bajas. Por estar este material en un ambiente de depositación se presume que el mismo predomina en zonas bajas, de modo que se espera que los niveles de agua subterránea se encuentren a menos de 10 m de profundidad; el potencial de producción de aguas subterráneas en este tipo de acuífero suele ser alto. Por las características indicadas a estos acuíferos se les considera de alta vulnerabilidad a la contaminación.

Rocas volcánicas

Aparecen en algunos sectores del tramo CR-3 y del CR-4. Este tipo de material está asociado al denominado Complejo del Aguacate, compuesto principalmente por basaltos y andesitas, aglomerados y tobas. Las características hidrogeológicas que presenta este tipo de formación suelen ser de media a baja permeabilidad, con lo que el potencial de producción de aguas subterráneas es generalmente bajo, en el orden de los 5 l/s como máximo. Los niveles de aguas subterráneas se encuentran a más de 20 m de profundidad. De acuerdo con las anteriores características, a los acuíferos que muestran este tipo de material se les considera de baja vulnerabilidad a la contaminación.

Rocas sedimentarias

Se presentan al final del tramo CR-5 y luego predominan en los tramos CR-6, CR-7, CR-8, CR-9 y CR-10. Este material se presenta principalmente en las zonas bajas del continente. La litología de estos materiales, que predominan en la zona sur del país, se refiere básicamente a lutitas calcáreas, a veces silíceas con intercalaciones de areniscas. Estos depósitos se encuentran muy consolidados, lo cual le da características de media a baja permeabilidad. Los niveles freáticos se encuentran generalmente a menos de 10 m de profundidad. Tomando en cuenta las anteriores características se puede considerar a estos acuíferos como de mediana vulnerabilidad a la contaminación.

Rocas sedimentarias volcanoclásticas

Este tipo de roca se origina mediante procesos de depositación de material volcánico. Generalmente se encuentra asociado a una matriz arcillosa o limo arcilloso. La permeabilidad de este tipo de roca suele ser de media a baja. Los niveles freáticos en los

tramos por donde pasa la línea de transmisión se encuentran a profundidades mayores a los 10 m, de modo que se considera a estos acuíferos poco susceptibles a la contaminación, por lo que se les califica de baja vulnerabilidad.

Basaltos

Este material de origen volcánico predomina en los primeros sectores del tramo CR-5. Normalmente este tipo de roca volcánica se presenta como un material bastante consolidado y generalmente denso. Las características de permeabilidad tienen que ver con la presencia de fracturas en la matriz rocosa. La permeabilidad primaria de esta roca suele ser muy baja. A los acuíferos constituidos por este tipo de material se les asocia permeabilidades de tipo secundario, es decir, por fracturamiento de la roca. Las profundidades de los niveles de agua subterránea se encuentran a más de 20 m; de modo que se le asigna una baja vulnerabilidad a la contaminación.

B.1.3.5.2. Pozos y captaciones para acueductos cercanos al proyecto

Se hizo un levantamiento exhaustivo en los archivos del AyA y de SENARA, para ubicar todas aquellas obras de abastecimiento de agua potable que pudieran ser afectadas por el proyecto, según se puede ver en el cuadro del Anexo 1 en la Sección G, apartado G.1.1.

Se incluyeron pozos y captaciones que abastecen comunidades, acueductos rurales, urbanizaciones, fincas, industrias o casas de habitación. Posteriormente se ubicaron en el mapa 10 junto con la línea del proyecto y se evaluaron todos aquellos elementos que se encuentran dentro del área de influencia del mismo.

Para el caso de pozos y nacientes, se establecieron dos áreas de influencia: una directa en un diámetro de 100 m y otra indirecta en un diámetro de 300 m alrededor del elemento. El criterio para definir estas distancias es el siguiente: en la Ley de Aguas se establece que la distancia mínima de afectación de un pozo es de 100 m (artículo 8: *“El alumbramiento de estos pozos no puede hacerse a una distancia menor de cuarenta metros de edificios ajenos, ferrocarriles o carreteras, ni a menos de 100 metros de otro alumbramiento público, sin el permiso del SNE.”*). En cuanto a los 300 m, se consideró que a partir de esta distancia el proyecto no generaría ningún grado de afectación. Dependiendo de la topografía, la profundidad del pozo, la geología de la zona y la existencia de fallas, se determinó la posible afectación del proyecto y se elaboraron algunas recomendaciones en aquellos casos en que se estimó alguna vulnerabilidad.

Se presenta a continuación un estudio tramo por tramo de las diferentes nacientes y pozos, tanto de AyA como particulares, que se ubican dentro del área de influencia del proyecto, incluyendo un análisis de riesgos y las recomendaciones en aquellos casos en que amerita.

Tramo CR-1

Subtramo 4

Pozo BH 2. Ubicado a menos de 300 m del proyecto. Tiene un caudal de 0,5 l/s, una profundidad de 65 m y es para abastecimiento doméstico. Se estima que no será afectado por el proyecto por las siguientes razones:

1. Pertenece a un acuífero de rocas sedimentarias de aguas profundas.
2. El proyecto se ubica a un nivel más bajo que el pozo.
3. El Río Vueltas se ubica entre el proyecto y el pozo, actuando como una barrera natural.

Tramo CR-2

Subtramo 3

Pozo BH 18. Ubicado a menos de 300 m del proyecto. Tiene un caudal de 4 l/s, una profundidad de 100 m y es para abastecimiento doméstico. Se estima que no será afectado por el proyecto por las siguientes razones:

4. Pertenece a un acuífero de lavas cuya permeabilidad es relativamente baja por lo que la vulnerabilidad a la contaminación es baja.
5. El nivel estático en el pozo se reporta a 24 m, de modo que existe un espesor significativo de zona no saturada que protege al pozo de contaminación superficial.

Tramo CR-3

Subtramo 12

- Nacientes F1 y F2 para el acueducto de La Fortuna de Bagaces. Para la naciente F1 se reporta un caudal de 17,3 l/s en el mes de mayo de 2 001 y abastece a una población de 460 viviendas. Para la naciente F2 se reporta un caudal de 32,68 l/s también de mayo del 2 001 y abastece a una población de 425 viviendas. Por ser unas fuentes muy productoras y por la importancia que las mismas revisten para la población que abastecen se consideró que deben ser tomadas en cuenta para el análisis de afectación del proyecto; a pesar de que se encuentran a más de 300 m del proyecto, sin embargo están a menos de 500 m de la línea. Además el proyecto se ubica aguas arriba de las fuentes por lo que las mismas están expuestas a su influencia. Se recomienda especial atención en este sector, de tal manera de ubicar las torres lo más alejado posible de las nacientes, así como evitar realizar importantes movimientos de tierra en zonas cercanas a las nacientes.
- Naciente F1 para el acueducto de San Bernardo de Bagaces. Se reporta un caudal de 40 l/s en el mes de ener de 1 983 y abastece a una población de 56 viviendas (año 1 983). Por ser una fuente muy productora y por su importancia en

relación con la población abastecida se consideró importante que se analizara su posible impacto con respecto al proyecto. Sin embargo el hecho de que la naciente se ubique aguas arriba de la línea y a poco más de 500 m de distancia permite estimar que no será afectada.

Subtramo 15

Pozo TM-11. Este pozo se ubica a más de 300 m del proyecto, en una zona muy plana y se utiliza para fines de riego. Pertenece a la localidad de Montano de Bagaces. El caudal de producción del pozo se reporta en 2,3 l/s, tiene una profundidad de 54 m y su nivel estático es de 13,67 m. Este pozo atraviesa las ignimbritas de la Formación Liberia y dado que el nivel freático se encuentra relativamente profundo no se considera que pueda haber afectación por parte del proyecto.

Subtramo 16

Pozo TM-10. Este pozo se ubica a menos de 300 m del proyecto, en una zona muy plana y se utiliza para fines domésticos. No hay reporte de caudal, profundidad y nivel freático. No se espera que el mismo pueda ser afectado significativamente por el proyecto dado que las características del acuífero en el que se encuentra indican que los niveles freáticos se encuentran relativamente profundos por lo que la vulnerabilidad a la contaminación es baja. Sin embargo se recomienda no ubicar torres cercanas al pozo, así como evitar movimientos de tierra en las cercanías del mismo.

Subtramo 17

Pozo CS-121. Este pozo se ubica a más de 300 m del proyecto, en una zona muy plana y se utiliza para fines de riego. No hay reporte de caudal, profundidad y nivel freático. Este pozo se encuentra a unos 3 km del centro de la localidad de Montenegro de Bagaces. Se estima que el pozo no será afectado por el proyecto dado que el mismo atraviesa la formación Liberia, la cual presenta materiales poco permeables y los niveles freáticos generalmente se encuentran por debajo de los 10 m, de modo que la vulnerabilidad de este acuífero a la contaminación es baja.

Subtramo 18

Pozo CS-10. Este pozo se ubica a más de 300 m del proyecto, en una zona muy plana y se utiliza para fines domésticos. No hay reporte de caudal, la profundidad se reporta en 55,77m y el nivel estático a 18,28 m. Al igual que el caso anterior, este pozo se ubica en la Formación Liberia cuyos estratos son de baja conductividad hidráulica, además el nivel estático se encuentra relativamente profundo por lo que el riesgo de contaminación es mínimo. Sin embargo por la cercanía del proyecto al pozo se recomienda no ubicar torres cercanas al pozo y evitar realizar movimientos de tierra que puedan afectar directamente a esta fuente.

Subtramo 26

Pozo AG124. Ubicado a menos de 100 m del proyecto, en la formación Liberia, cerca de la comunidad de La Palma de Abangares. Produce 2,7 l/s y se localiza agua arriba de la línea, por lo que se estima que no tendrá ninguna afectación.

Subtramo 30

Pozo AG 104. Ubicado a menos de 300 m del proyecto, en el acuífero aluvional del río Abangares. Tiene una producción de 5,2 l/s y abastece un acueducto rural. Tiene una profundidad de 18 m y un nivel estático relativamente cercano a la superficie. A pesar de que no está muy cerca de la línea, este pozo puede ser afectado con el proyecto y debe manejarse con cuidado debido a que:

1. El pozo abastece a una comunidad y es poco profundo.
2. La línea cruza el Río Abangares aguas arriba de la zona donde se ubica el pozo, por lo que una eventual contaminación del río podría llegar al pozo fácilmente.

Por esas razones, se deberá procurar evitar la construcción de torres y el movimiento de suelos cerca del cruce del proyecto con el Río Abangares y cerca de este pozo.

Subtramo 32

Pozo PAT 27. Pozo ubicado a menos de 100 m del proyecto, cerca de la localidad de Tortugal de Abangares. No se tiene información de profundidad ni de caudal de explotación. A pesar de la cercanía con la línea de transmisión eléctrica, se estima que no será afectado por la misma dado que los niveles freáticos en esta zona se encuentran a más de 15 m de profundidad.

Tramo CR-4

Subtramo 1

Pozo CHP 40. Esta fuente pertenece a la Hacienda Santa Elena. Su utilización es para uso doméstico. No hay reporte de caudal y se estima que no habrá afectación de parte del proyecto puesto que el mismo pasa a más de 300 m.

Subtramo 2

Pozo CHP 100. Está ubicado a menos de 300 m del proyecto, cerca de la localidad de Chomes. Abastece a una urbanización con un caudal de 5 l/s y tiene una profundidad de 120 m. A pesar de que está relativamente cerca de la línea, su gran profundidad permite estimar que no será afectado por el proyecto.

Pozo CHP 93. Este pozo está localizado en la comunidad de Judas de Chomes y es para uso industrial. No se tiene información de profundidad y de caudal de explotación. Se encuentra a más de 100 m de la línea de transmisión, sin embargo de acuerdo con los

niveles freáticos de la zona, que están a menos de 10 m bajo la superficie, se estima que podría haber afectación del proyecto sobre esta fuente. Se recomienda en este caso tomar las precauciones en el diseño y construcción del proyecto, procurando no ubicar torres en la zona y minimizar los movimientos de tierra.

Subtramo 3

Pozo CHP 55. Esta fuente está localizada a menos de 100 m de la línea de transmisión, se ubica en la localidad de Chapernal y su uso es de tipo doméstico. No se tienen datos acerca de su caudal de explotación y su profundidad total. Por su cercanía con el proyecto se recomienda que se tomen las medidas de precaución en el diseño definitivo de la línea, procurando no ubicar torres cercanas y durante la construcción minimizar los movimientos de tierra cerca del pozo.

Subtramo 6

Pozo CHP 26. Se localiza a más de 300 m de la línea de transmisión, su ubicación es en calle El Arreo, su profundidad reportada es de 7 m y es para uso doméstico. No se considera que pueda existir afectación por parte del proyecto.

Subtramo 9

Pozo BC 407. Este pozo está ubicado cerca de la localidad de Barranca, su uso es para dotar de agua a una urbanización en el Mojón de Barranca. No se tiene información de profundidad y caudal de explotación. Su localización con respecto al proyecto es de menos de 300 m. Los niveles freáticos en esta zona son menores a 10 m. Por su ubicación respecto al proyecto no se considera que pueda existir afectación.

Subtramo 11

Pozo BC 79. Se encuentra a menos de 100 m del proyecto. Esta fuente está localizada en la comunidad de Juanilama de Esparza y la profundidad del pozo es de 67 m. Perteneció a la corporación CODESA. No se tiene información del caudal de explotación. Los niveles freáticos se encuentran a más de 10 m de profundidad y la capa superior se refiere a lutitas cuya permeabilidad es baja. De acuerdo con las condiciones apuntadas, los acuíferos de la zona son poco vulnerables a la contaminación, de modo que se presume que no habrá afectación del proyecto a esta fuente. Sin embargo, por su ubicación a menos de 100 m se sugiere no ubicar torres cercanas y durante la construcción minimizar los movimientos de tierra cerca del pozo.

Pozo BC 80. Esta ubicado a menos de 300 m del proyecto. Esta fuente está localizada en la comunidad de Juanilama de Esparza. La profundidad del pozo es de 50 m. Perteneció a ALUNASA. EL caudal de explotación es de 1,8 l/s. Los niveles freáticos se encuentran a más de 10 m de profundidad y la capa superior está compuesta por lutitas cuya permeabilidad es baja. De acuerdo con las condiciones apuntadas, los acuíferos de la zona son poco vulnerables a la contaminación, de modo que se presume que no habrá afectación del proyecto a esta fuente.

Pozo BC 409. Este pozo está ubicado a menos de 100 m de la línea del proyecto. Pertenece a la comunidad de El Barón de Esparza, se utiliza para abrevadero y tiene una profundidad reportada de 81 m. El caudal de explotación es de 1,5 l/s. Los niveles freáticos de los acuíferos de la zona se reportan en profundidades superiores a los 20 m y en general se consideran pobres en cuanto a producción de aguas subterráneas. El estrato que se encuentra por encima del nivel freático está compuesto por materiales consolidados de baja permeabilidad, de modo que la vulnerabilidad a la contaminación suele ser baja. Por las razones expuestas se considera que esta fuente no será afectada por el proyecto.

Subtramo 12

Pozo BC 341. Este pozo está ubicado en la localidad de Labrador de San Mateo. Su uso es de tipo doméstico, tiene 52 m de profundidad y un caudal de explotación de 2,5 l/s. El nivel freático del acuífero en esta zona se reporta en profundidades superiores a los 15 m. El estrato que se encuentra por encima del nivel freático está compuesto por materiales consolidados de baja permeabilidad de modo que la vulnerabilidad a la contaminación suele ser baja. Su ubicación respecto a la línea de transmisión es menor a 300 m. Por las razones expuestas se considera que esta fuente no será afectada por el proyecto.

Subtramo 17

Pozo BC 395. Pozo ubicado a menos de 100 m de la línea de transmisión del proyecto. Se encuentra en la localidad de Limonal de Orotina. Su uso es de tipo doméstico, tiene una profundidad de 58 m y un caudal de explotación de 3 l/s. Los niveles freáticos de la zona se encuentran a profundidades mayores a los 20 m. Los materiales que se encuentran por encima del nivel del agua se refieren básicamente a arenas y limos en matriz arcillosa, de modo que la vulnerabilidad a la contaminación se considera baja. Sin embargo por su ubicación en relación con el proyecto se recomienda no ubicar torres cercanas y durante la construcción minimizar los movimientos de tierra cerca del pozo.

Subtramo 18

Pozo BC 304. Pozo ubicado a menos de 300 m de la línea de transmisión del proyecto. Se encuentra en la localidad de Limonal de Orotina. Su uso es de tipo industrial y pertenece a INACO S.A. No se tiene información de la profundidad y del caudal de explotación del mismo. Los niveles freáticos de la zona se encuentran a profundidades mayores a los 20 m. Los materiales que se encuentran por encima del nivel del agua se refieren básicamente a arenas y limos en matriz arcillosa, de modo que la vulnerabilidad a la contaminación se considera baja. Por las razones apuntadas se considera que el proyecto no afectará al pozo.

Subtramo 21

Pozo BC 403. Pozo ubicado a menos de 100 m de la línea de transmisión del proyecto. Se encuentra en la localidad de Limonal de Orotina. Su uso es de tipo doméstico. La profundidad reportada es de 60 m y el caudal de explotación es de 1 l/s. Los niveles freáticos de la zona se encuentran a profundidades mayores a los 20 m. Los materiales

que se encuentran por encima del nivel del agua son básicamente arenas y limos en matriz arcillosa, de modo que la vulnerabilidad a la contaminación se considera baja. Por las razones apuntadas se considera que el proyecto no afectará al pozo.

Pozo BC 515. Pozo ubicado a menos de 100 m de la línea de transmisión del proyecto. Se encuentra en la localidad de Limonal de Orotina. Su uso es de tipo doméstico, tiene una profundidad de 73 m y un caudal de explotación de 0,65 l/s. Los niveles freáticos de la zona se encuentran a profundidades mayores a los 20 m. Los materiales que se encuentran por encima del nivel del agua son básicamente arenas y limos en matriz arcillosa, de modo que la vulnerabilidad a la contaminación se considera baja. Sin embargo por su ubicación en relación con el proyecto se recomienda no ubicar torres cercanas y durante la construcción minimizar los movimientos de tierra cerca del pozo.

Tramo CR-5

Subtramo 21

Naciente para acueducto rural La Gloria de Puriscal. Ubicada a menos de 300 m del proyecto, aguas arriba del mismo. Una población de 60 casas capta 5,5 l/s de esta naciente para su abastecimiento. Existe un acceso cercano, por lo que no se prevén grandes movimientos de tierra en la zona. No se estima que haya afectación de la naciente pero si debe cuidarse que la línea se mantenga aguas abajo de la misma.

Tramo CR-8

Subtramo 2

Captación para acueducto rural El Socorro de Platanares. Ubicado a menos de 100 m del proyecto, aguas abajo del mismo. Capta un caudal de 4,5 l/s de la Quebrada Los Calvo para abastecer 90 casas. Dado que se trata de abastecimiento público, a la cercanía de la línea y a su ubicación aguas abajo, se estima muy posible una afectación de esta captación. Se debe procurar un pequeño cambio en la dirección de la línea de manera que pase aguas abajo la captación, o tener cuidados especiales durante el diseño, construcción y operación del sistema. En términos generales se debe evitar la ubicación de torres, la deforestación y los movimientos de tierra aguas arriba de la presa. En caso de que la línea del proyecto se cambie para que esté debajo de la captación, se debe tener cuidado con la ubicación de las torres para que éstas no sean socavadas en caso de un eventual asolvamiento de la presa.

Tramo CR-9

Subtramo 1

Naciente de AyA y tanque de almacenamiento para el acueducto de Palmar Norte. Ubicados muy cerca del proyecto. La naciente produce solo 0,3 l/s y el tanque es de un volumen de 300 m³. Se estima un nivel de afectación alto por lo que se deberá considerar un pequeño cambio en la dirección de la línea o al menos procurar que cerca de la naciente no se construyan torres ni se hagan movimientos de tierra importantes.

B.1.3.6. Vulnerabilidad debida a los cambios en cubierta vegetal

La construcción de la línea de transmisión y los caminos de acceso pueden afectar la cobertura vegetal y el potencial de infiltración del suelo, sobre todo en aquellas zonas donde hay actualmente bosque primario y secundario.

El objetivo de este análisis es estimar la vulnerabilidad que tiene cada uno de los transectos ante los cambios en la cobertura vegetal como resultado de la construcción del proyecto.

B.1.3.6.1. Metodología de análisis

Se estimó que el área que podría ser afectada por cambios en la infiltración es de 15 m a cada lado de la línea de transmisión eléctrica, dado que esa es la dimensión de la servidumbre. Asimismo, utilizando la información existente en los mapas producidos para efectos de este proyecto en la unidad de SIG, se determinó la longitud de bosque primario y secundario existente en cada uno de los transectos, mostrada en las columnas D y E de la hoja de cálculo (ver Anexo 1, Sección G, apartado G.1.1). En algunos casos había zonas nubladas cuando se hizo el levantamiento para del mapa cobertura boscosa (mapa 14 ubicado en la sección B.1.5), por lo que no hay información. Estos casos son los que se indican como zona de nubes en la columna F.

Se calculó el área afectada multiplicando la longitud de bosque que toca la línea por el ancho de afectación estimado de 30 m. Esta área es la que se muestra en las columnas G y H. Se estimó que la afectación será 50% mayor en las zonas de bosque primario que en las áreas de bosque secundario. No existen estudios científicos al respecto, pero se hizo la estimación de que la afectación sobre la infiltración en un bosque primario es un 50% mayor debido a que la retención en las copas de los árboles es mayor, al igual que la cobertura vegetal del suelo. Un bosque secundario, que ha sido manipulado por el hombre, no es tan frondoso como un bosque primario, de modo que su capacidad de infiltración es menor. De acuerdo a lo anterior, se calculó un área de bosque equivalente, que aparece en la columna I (ver Anexo 1) utilizando la siguiente fórmula:

Área equivalente = (Área de bosque primario) x 1,5 + Área de bosque secundario

Se determinó el tipo de geología presente en cada uno de los transectos con base en la información existente en los mapas del SIG. Esto se indica en la columna K.

A cada formación geológica se le asignó un nivel de permeabilidad relativa, de acuerdo con la siguiente tabla:

Formación Geológica	Permeabilidad Relativa
<i>Rocas sedimentarias</i>	Media
<i>Ignimbritas</i>	Baja
<i>Depósitos aluviales y coluviales</i>	Alta
<i>Rocas volcánicas</i>	Media
<i>Rocas sedimentarias volcanoclásticas</i>	Media
<i>Basaltos</i>	Baja

De acuerdo con la permeabilidad del terreno y el área de bosque equivalente, se asignó un grado de vulnerabilidad, considerando que conforme aumenta la permeabilidad y el área, la vulnerabilidad es mayor. El grado de vulnerabilidad varía de 1 a 10 de acuerdo con la siguiente tabla, y se muestra en la columna L mostrada en el cuadro del Anexo 1 en la Sección G, apartado G.1.1.

:

Área (Ha) →	Menos de 5	Entre 5 y 15	Entre 15 y 25	Más de 25
Permeabilidad ↓				
Alta	4	6	8	10
Media	2	4	6	8
Baja	1	2	3	4

Finalmente se estimó la vulnerabilidad de cada subtramo, mostrada en la columna M, de acuerdo con el siguiente criterio:

Grado de vulnerabilidad	Vulnerabilidad
Entre 1 y 3	Baja
Entre 4 y 7	Media
Entre 8 y 10	Alta

B.1.3.6.2. Resultados

En la ruta del proyecto, de los 175 subtramos 153 tienen zonas de bosque primario o secundario. De esos 153 subtramos, 97 presentan vulnerabilidad baja, 49 vulnerabilidad media y solo 2 vulnerabilidad alta. Además hay 3 tramos de los que no se tiene certeza debido a que estaban cubiertos por nubes cuando se realizó la fotografía aérea.

Cabe indicar que en la zona norte del país, que es donde hay una mayor utilización de pozos, sólo hay un subtramo con vulnerabilidad alta. El otro subtramo con esta característica se ubica en la zona sur del proyecto, que es donde hay menos utilización de aguas subterráneas.

B.1.3.6.3. Recomendaciones para mitigar el impacto sobre la infiltración a los acuíferos a causa de alteraciones en la capa vegetal.

A continuación se proponen una serie de medidas de mitigación a efecto de reducir el impacto del proyecto sobre los acuíferos por donde pasa el mismo.

Se estima que habrá impacto ambiental negativo sobre el componente de infiltración hacia los acuíferos, producto de la alteración en la cubierta vegetal por donde pasa la línea de transmisión eléctrica. El impacto ocurrirá solo cuando se presente remoción de bosque primario o secundario. De acuerdo con la metodología descrita anteriormente de evaluación de la vulnerabilidad, se definieron tres niveles de vulnerabilidad, de modo que las sugerencias para mitigar el impacto se detallan según sea el grado de vulnerabilidad definido.

- Alta vulnerabilidad

En los tramos en que identificó que existe esta condición, se recomienda tomar las siguientes medidas: seleccionar aquellas especies de árboles que tengan alturas superiores a los 5 m y removerlas completamente, sustituyéndolas por especies de menor tamaño. Las especies cuyas alturas no sobrepasen los 5 m se recomienda no removerlas. Se pretende con este plan de manejo que el terreno por donde pasa la línea mantenga cierto tipo de cobertura boscosa de tal manera de evitar que el terreno pierda la capacidad de infiltración original o bien que esta pérdida sea mínima. Adicionalmente se recomienda proporcionar a la línea de transmisión eléctrica la mayor altura posible sobre el terreno, para ello se deberá evaluar en la etapa de diseño la ubicación de las torres para conseguir el propósito señalado.

- Mediana vulnerabilidad

En aquellos tramos en los cuales se presenta esta condición se sugieren las siguientes medidas: remover la capa vegetal ya sea bosque primario o secundario y en su lugar sustituir la vegetación removida por cobertura vegetal apropiada, de modo que se disminuya el efecto de pérdida de capacidad de infiltración.

- Baja vulnerabilidad

En los tramos en que se presenta esta condición prácticamente se estima que no habrá efectos negativos sobre la capacidad de infiltración del terreno por remoción de la cobertura vegetal; de modo que se considera innecesario emitir recomendaciones en ese sentido.

B.1.4. Clima

B.1.4.1. Caracterización climática

El clima en Costa Rica se caracteriza una variación importante para cada una de sus vertientes, principalmente en lo que respecta a la distribución de las lluvias y la intensidad de los vientos, aunque es claro que este comportamiento diferenciado tiene a su vez incidencia sobre otros elementos como brillo solar y humedad relativa.

La situación de Costa Rica por su ubicación entre dos masas oceánicas y su condición ístmica favorecen esta heterogeneidad en el comportamiento del clima en diferentes lugares en distancias relativamente cortas, acentuado por una cadena montañosa que atraviesa el país transversalmente en sentido noreste – sureste (Herrera 1 958).

En términos generales el clima a lo largo de área del proyecto tiene un cambio gradual a lo largo de la costa pacífica, lo cual está asociado a la distribución de las lluvias. En la región Pacífico Norte los promedios de lluvia anual son menores y se caracteriza por una estación seca bien definida y larga, además de la presencia de un veranillo a medio año. Esta condición va desapareciendo levemente hasta que en el Pacífico Sur la estación seca es corta y no llegan a desaparecer totalmente las lluvias.

La zona Norte del país tiene un comportamiento diferente en cuanto a la distribución de las lluvias, no se da el veranillo de medio año y más bien se produce una disminución en los meses de setiembre y octubre a al inversa del pacífico.

No obstante todo lo anterior, por ser un país pequeño y por estar ubicado el tendido de la línea cerca de la costa y a relativa baja altitud, no se ven cambios sustanciales en los diferentes elementos climatológicos.

Para mostrar mejor las condiciones predominantes a lo largo del área del proyecto se hará una descripción por los diferentes elementos, con base en los registros de varias estaciones meteorológicas ubicadas en las cercanías de la misma.

B.1.4.2. Estaciones seleccionadas

Se seleccionaron 23 estaciones meteorológicas de las que tiene registradas el Instituto Meteorológico Nacional y se agruparon por regiones según las características climáticas de cada una de ellas, a saber:

1. Pacífico Norte: La Cruz Guanacaste, Liberia y Río Colorado.
2. Zona Norte: Upala.
3. Golfo de Nicoya: La Pacífica, Ingénio Taboga, Valle Escondido, Sardinal, Río Lagarto, Puntarenas, Barranca, Esparza, Lagunillas Orotina y Tivives.
4. Pacífico Central: La Ligia, Parrita, Rancho Nuevo, Damas Quepos, Coopesilencio, y Tinamaste.
5. Pacífico Sur: Palmar Sur, Río Claro y Coto 47.

Las cantidad de lecturas por año para la mayoría de las estaciones seleccionadas se aprecian en la siguiente tabla:

Estación	Cantidad de Lecturas	Año
La Cruz	90	2 002
Coopesilencio	45	1 994
Coto	50	2 002
Esparza	70	2 002
Taboga	84	2 002
La Ligia	88	2 002
Pacífico	52	1 995
Lagarto	95	2 002
Lagunillas	86	2 002
Liberia	71	2 002
Palmar sur	41	2 000
Puntarenas	58	2 000
Quepos	84	2 002
Río Claro	85	2 002
San Miguel	37	2 002
Sardinal	69	1 985
Tinamastes	82	2 002
Tivives	73	1 983
Upala	53	1 994
Valle Escondido	97	2 002

B.1.4.3. Pluviometría

Costa Rica está situada en una latitud tropical por lo que presenta gran variabilidad de la precipitación en tiempo y espacio. La vertiente del Pacífico se caracteriza por un período seco bien definido que comprende los meses de diciembre a abril y un mínimo relativo en los meses de julio y agosto, para el pacífico norte; y se reduce hasta casi desaparecer en el pacífico sur, donde no siempre se presenta el veranillo de medio año y los meses secos se restringen a marzo y abril. La época de lluvias se presenta en los meses de mayo a noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor precipitación. Para el caso de la zona norte ésta presenta un régimen de precipitación más asociado a la vertiente del Caribe, en donde a diferencia del pacífico se presenta una disminución de las lluvias en los meses de septiembre y octubre. Según el mapa de isoyetas promedio de precipitaciones anuales (mapa 11) presenta un aumento en el sentido norte – sur, pasando de unos 2 000 mm en el sector de La Cruz hasta más de 5 000 mm en el sector de Río Claro y Ciudad Neilly.

La distribución temporal de la precipitación está influenciada por sistemas atmosféricos de gran escala y por sistemas locales. Dentro de los sistemas de gran escala destacan La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los Ciclones Tropicales (Huracanes) y dentro de los locales, las brisas marinas.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es la zona donde interaccionan los vientos alisios de los Hemisferios Norte y Sur, los primeros con una dirección media del noreste y los segundos con una dirección suroeste, esta interacción ocurre en las cercanías de la línea ecuatorial. La ZCIT forma una extensa banda ondulada con fuertes corrientes de aire ascendente, que favorecen el desarrollo de grandes sistemas nubosos como: cúmulos y cumulonimbos. La ZCIT está sometida a variaciones estacionales oscilando su posición media entre los 3° y 9° de latitud norte. Su posición más septentrional la alcanza entre junio y octubre, coincidiendo con la estación lluviosa en la vertiente del Pacífico. Las zonas bajo la influencia de la ZCIT, se caracterizan por la presencia de intensas lluvias y tormentas eléctricas.

Los ciclones tropicales o huracanes son zonas de baja presión que generan una circulación en sentido contrario a las agujas del reloj en el Hemisferio Norte, pudiendo extenderse verticalmente hasta 10 km o más de altura y con una extensión horizontal del orden de miles de kilómetros cuadrados. Las bajas presiones de los huracanes se asocian con movimientos ascendentes que favorecen la formación de nubes de gran desarrollo vertical como cúmulos y vientos que alcanzan velocidades mayores de 125 km por hora. Los huracanes originados en el Mar Caribe influyen en el régimen de precipitación en la vertiente del Pacífico entre junio y octubre y originan una circulación en la periferia que produce un flujo de aire con una dirección del suroeste, transportando masas de aire húmedo desde la zona ecuatorial. La interacción de este flujo en la cordillera montañosa que atraviesa longitudinalmente al país, provoca lluvias de gran intensidad y varios días de duración en la vertiente del Pacífico, principalmente en los meses de septiembre y octubre.

Por último, entre los sistemas locales destacan las brisas marinas. Costa Rica limita al este y al oeste con grandes masas oceánicas y presenta una orografía muy pronunciada. Bajo estas condiciones se desarrollan sistemas de vientos locales llamados "brisas" que pueden ser de mar, de valle o de montaña, según Zárate (1978). En el caso de la vertiente del Pacífico, las brisas de mayor importancia en la producción de lluvias son aquellas que soplan desde la costa hacia las cordilleras. Estas brisas junto con los vientos Ecuatoriales y su convergencia con el flujo de alisios producen un frente de brisa que genera nubes de desarrollo vertical produciendo lluvias y tormentas eléctricas.

En general las lluvias durante el período de mayo a noviembre se presentan entre las 12 y 18 horas (hora local), poniendo de manifiesto la estrecha relación del proceso de convección con el calentamiento diurno.

Finalmente el período seco (diciembre a abril) y el mínimo relativo (julio y agosto) están asociados con la intensificación del flujo de alisios durante estos meses.

En el pacífico norte se han tomado datos de las estaciones de La Cruz, Liberia y Río Colorado, localizadas en las cercanías de la zona de estudio. Según los datos de esas estaciones, en esta región del país hay un período seco bien definido que se extiende de diciembre a abril ambos meses inclusive, mientras que la estación lluviosa comprende los meses de mayo a noviembre (gráfico 1). También se observa una disminución en las lluvias en el mes de julio.

Gráfico 1

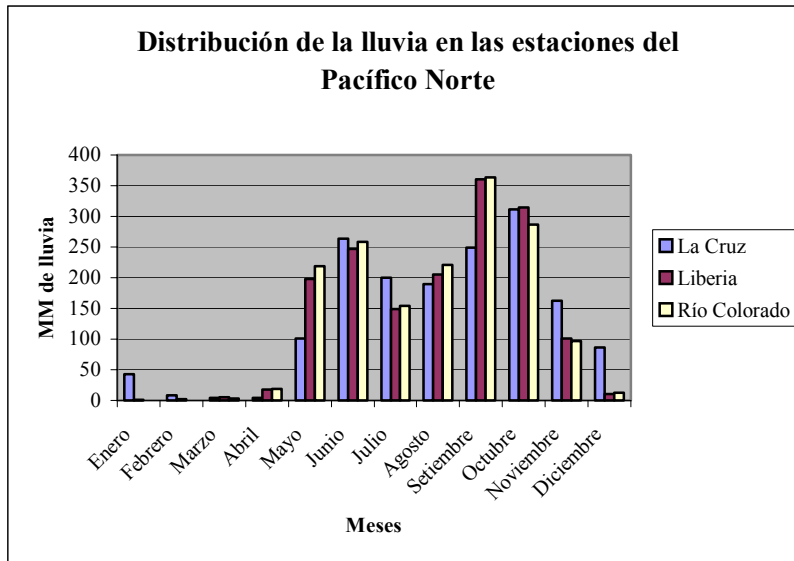
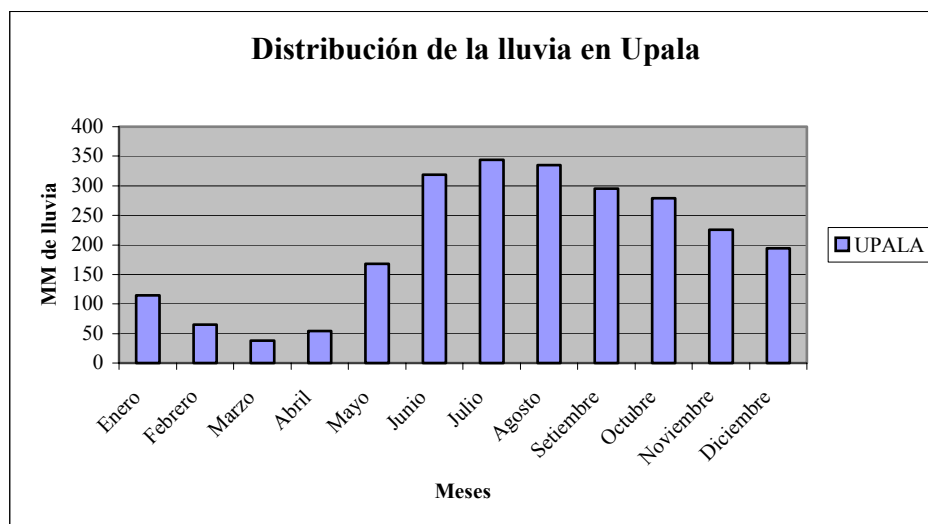


Gráfico 1. Nótese como la distribución en las tres estaciones es muy similar con alguna excepción en la estación de La Cruz que en los meses de diciembre y enero recibe la influencia del Caribe. Fuente: IMN.

En la Zona Norte se tomaron datos de la estación de Upala que es la más cercana al recorrido del proyecto. Según esos datos la lluvia presenta una disminución en los meses de febrero, marzo y abril pero no llega a desaparecer y a diferencia de las estaciones del pacifico norte no hay disminución en mitad de año (gráfico 2)

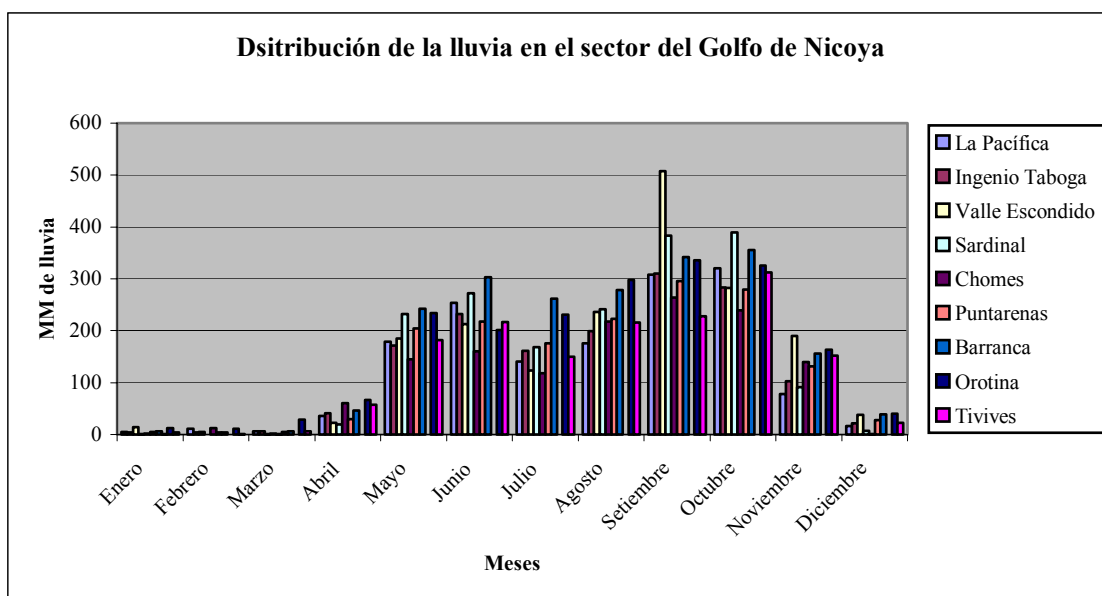
Gráfico 2



A diferencia de la Vertiente Pacífica en la Zona Norte julio es el mes que registra la mayor cantidad de lluvias. Fuente: IMN.

En la zona del Golfo de Nicoya las estaciones que se usaron fueron: La Pacífica, Ingeniería Taboga, Valle Escondido, Sardinal, Río Lagarto, Puntarenas, Barranca, Esparza, Lagunillas Orotina y Tivives. Este sector del Golfo se extiende desde el Cantón de Cañas hasta el sector del Parque Nacional CARARA. Según el gráfico 3, este sector del proyecto presenta un periodo seco que se extiende de diciembre a abril pero a diferencia del Pacífico Norte éste no es completamente seco, además los meses extremos (diciembre y abril), son de transición. El promedio de lluvias mensuales se mantienen bastante homogéneas entre estaciones con excepción de la estación de Valle Escondido que para el mes de setiembre supera los 500 mm de promedio de lluvia.

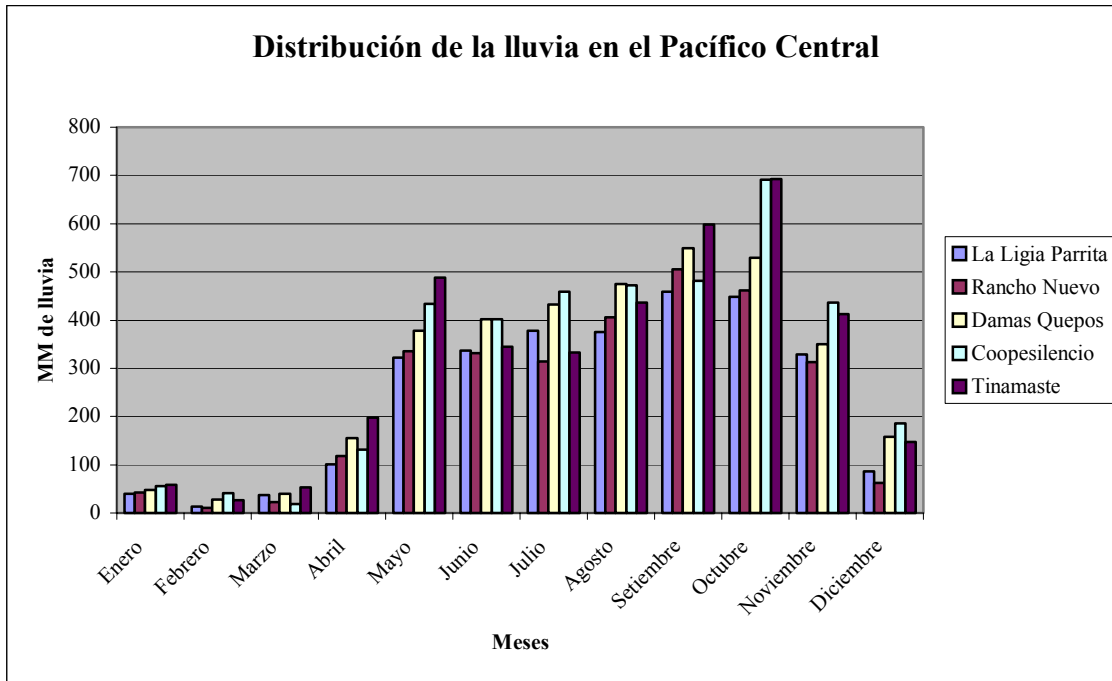
Gráfico 3



A lo largo de todo este sector del Golfo de Nicoya, las lluvias disminuyen bastante entre diciembre y abril y se presenta una disminución leve a medio año como se observa en este gráfico. Fuente: IMN.

En la zona del Pacífico Central se analizaron las estaciones; La Ligua de Parrita, Rancho Nuevo, Damas de Quepos, Coopesilencio y Tinamaste representativas de la zona y localizadas en sitios adyacentes al área de estudio. Se observa el período seco definido entre diciembre y marzo con precipitaciones superiores a 20 mm. El período lluvioso se define entre mayo a noviembre, registrándose el máximo en el mes de octubre con valores que en todos los casos superan los 400 mm. La disminución relativa que se registra en los meses de julio y agosto es menos acentuada que en la zona del Pacífico Norte y el Golfo de Nicoya (gráfico 4).

Gráfico 4



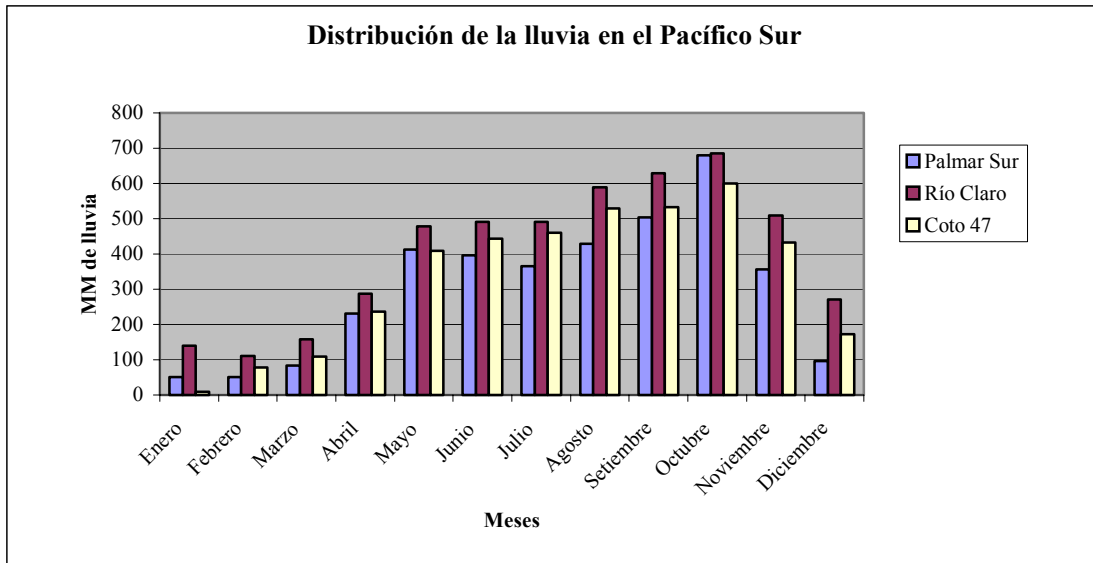
Las estaciones que se ubican más al sur (Coopesilencio y Tinamaste), son la que muestran promedios de lluvia más elevados, posiblemente asociado a la influencia de los vientos ecuatoriales del suroeste que aportan humedad a la zona. Fuente: IMN.

En la Zona del Pacífico Sur, se han estudiado las estaciones Palmar Sur, Río Claro y Coto 47. Se observa un período seco poco definido que se extiende de diciembre a marzo. A diferencia del resto de la Vertiente Pacífica, en esta parte del país casi es inexistente el veranillo de medio año ya que no se registra una disminución importante en las lluvias. El período lluvioso comprende los meses de mayo a noviembre, registrándose el máximo en el mes de octubre con valores que superan los 500 mm de lluvias (gráfico 5).

B.1.4.4. Humedad relativa

La humedad relativa es un dato que no siempre está registrado en las estaciones meteorológicas. Para el pacífico norte se tomaron los datos de la estación de Liberia que es la única que registra esta información, presentando un rango que oscila entre 60% en la época seca y menor que 90% en los meses lluviosos. Pero al igual que en la precipitación, la humedad relativa no presenta grandes variaciones a lo largo del área de estudio, lo normal es que se mantenga dentro de ese margen de variación y más bien disminuye a valores oscilan de entre 75 y 90% de Humedad para los otras regiones (Pacífico Central, Pacífico Sur y Zona Norte), (gráfico 6).

Gráfico 5



En el gráfico 5 se aprecia que en el periodo seco no se da una ausencia total de las lluvias, principalmente en las estaciones de Palmar Sur y Río Claro, donde la precipitación promedio para enero y febrero supera los 50 mm. Fuente: IMN.

Esta condición de presencia de mucha humedad en estas regiones aún en la época seca obedece a lo que se ve en los gráficos de precipitación o lluvias y como se dijo aunque se muestra un descenso entre diciembre y abril esta no llega a desaparecer aportando buena cantidad de humedad a la atmósfera.

B.1.4.5. Régimen térmico

La diferencia de temperatura entre una zona y otra está definida por la variación de la elevación sobre el nivel del mar. De acuerdo con Castro (1 985) la oscilación anual del promedio mensual de temperatura media diaria en el país no sobrepasa 3°C entre el mes más frío y el más cálido. Sí son más significativas, las oscilaciones diurnas donde las diferencias medias entre la temperatura máxima y la temperatura mínima son del orden de 10°C. Para este factor no se tienen datos de temperatura en la Zona Norte, pero en todos los otros sectores si hay estaciones que registran esa información.

En términos generales la temperatura media oscila entre 26 y 30 °Celcius, para todas las estaciones, siendo los meses de la época seca los más cálidos debido a la escasez de nubosidad que permite la incidencia de rayos solares de manera directa sobre casi todo el país, provocando aumentos importantes en la temperatura. En el gráfico 7 se muestran los promedios de temperatura de cada sector y se puede apreciar una gran disminución en los valores para el Pacífico Central, eso se debe a la influencia de la estación de Tinamastes que se ubica casi a 1 000 m de altitud provocando el sesgo, ya que en su mayoría las estaciones usadas son costeras y se ubican por debajo de los 500 m de altitud.

Gráfico 6

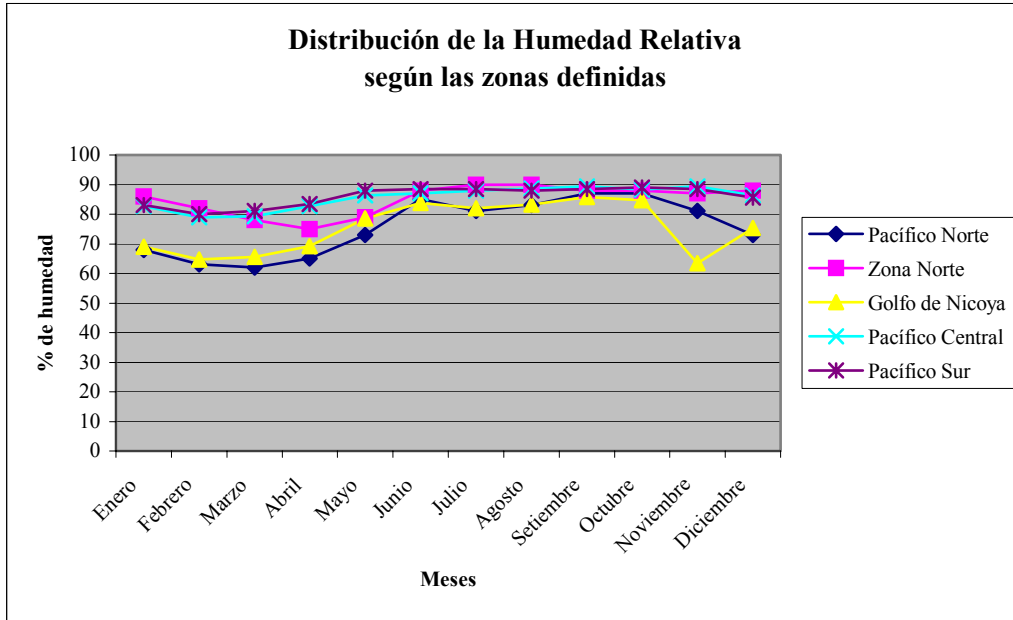
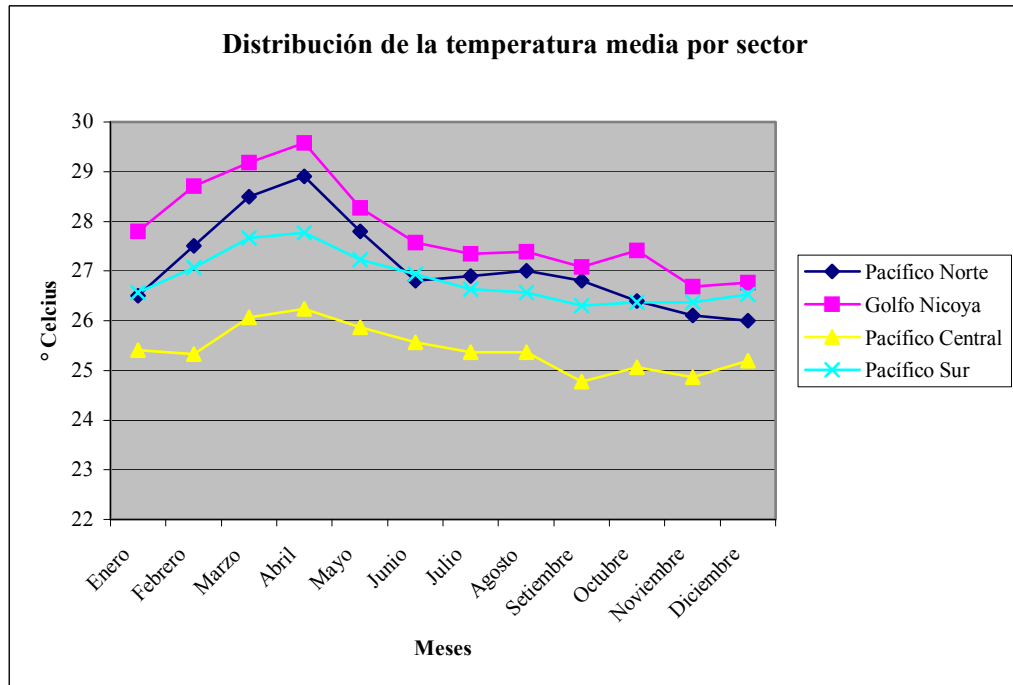


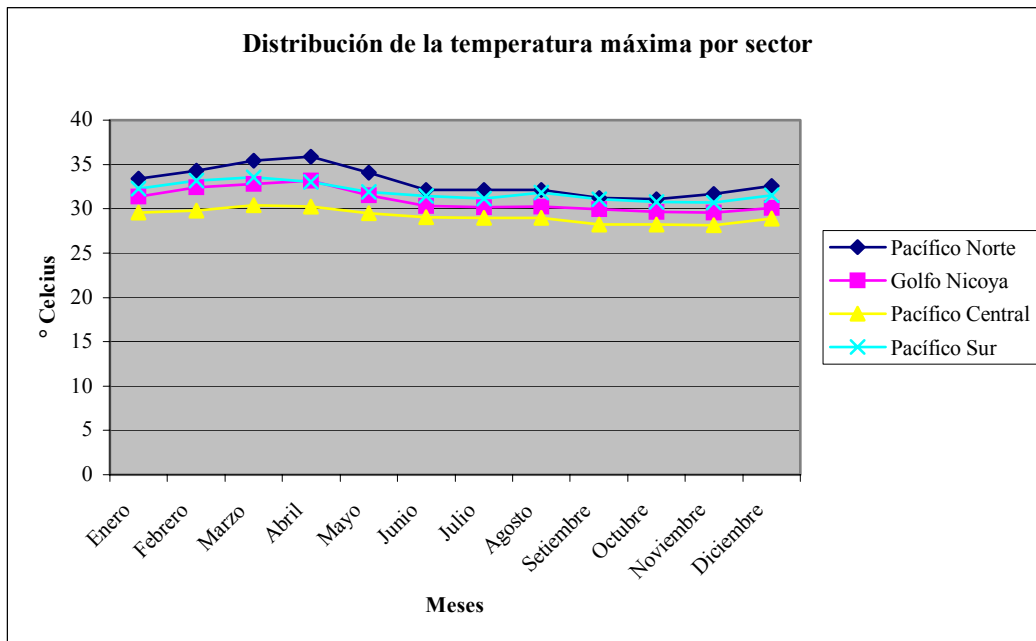
Gráfico 7



En cuanto a las temperaturas máximas se tiene a lo largo de todo el área de estudio una distribución muy homogénea, La oscilación varía entre 28 grados para el Pacífico Central y 36 grados para el Pacífico Norte.

Las altas temperaturas que se registran en el Pacífico Norte durante los meses de marzo y abril coinciden con una época de muy poca nubosidad en ese sector, mientras que para el Pacífico Central por el efecto que ejerce la fila Costeña, mantiene cobertura de nubes durante todo el año además del efecto de altitud que se mencionó para la estación Tinamastes. El Golfo de Nicoya y el Pacífico Sur mantienen un comportamiento intermedio y muy estable (gráfico 8)

Gráfico 8

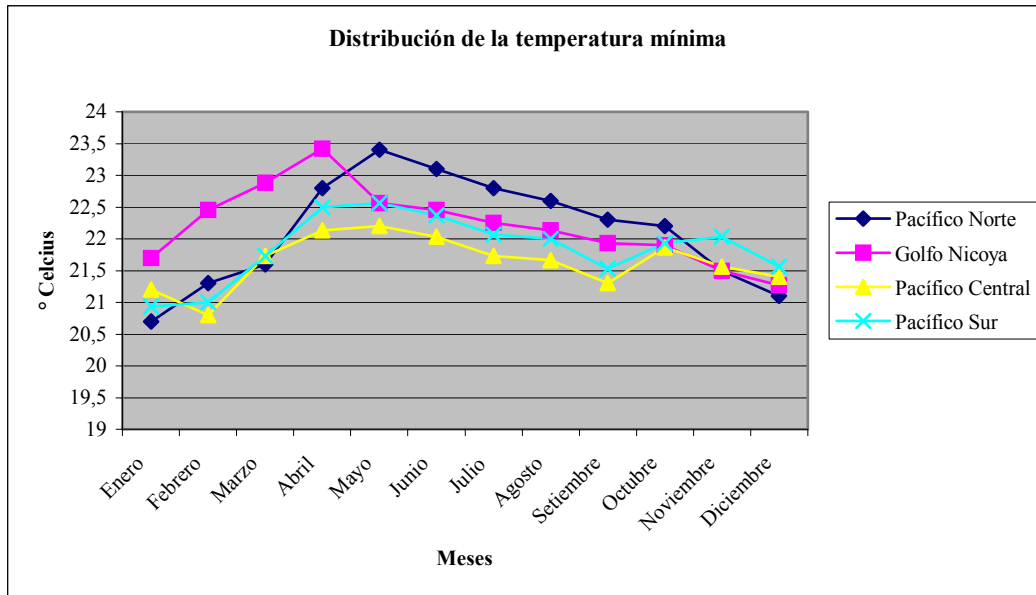


La temperatura mínima es la que muestra un comportamiento más irregular a lo largo del año. Según los datos del gráfico 9, en los primeros meses del año se registran temperaturas mínimas por debajo de los 21° Celsius en las estaciones que se ubican en el Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur, mientras que para los meses de abril y mayo, las estaciones del Golfo de Nicoya y el Pacífico Norte registran mínimas que superan los 23° Celsius.

Las temperaturas mínimas se registran en las horas de la madrugada y además de insolación depende de la claridad de la atmósfera, en las áreas más continentales la temperatura se pierde con mayor rapidez que en las zonas costeras por el efecto que

ejercen las masas de agua en la temperatura. Eso explica las variaciones en este campo que es más pronunciado que en los demás.

Gráfico 9



B.1.4.6. Viento

Como se mencionó el viento predominante es el alisio con una dirección media que varía para cada región.

En el Pacífico Norte, en el análisis del comportamiento del viento debe considerarse que el viento en superficie sufre cambios al variar la altura con la presencia de obstáculos como montañas, cañones y valles. La dirección predominante para esta región es el este y el promedio de velocidades es muy alto el cual se incrementa considerablemente en los meses de la época seca, llegando a alcanzar velocidades de hasta 20 Km/h en febrero (gráfico 10 y mapa 11, de vientos).

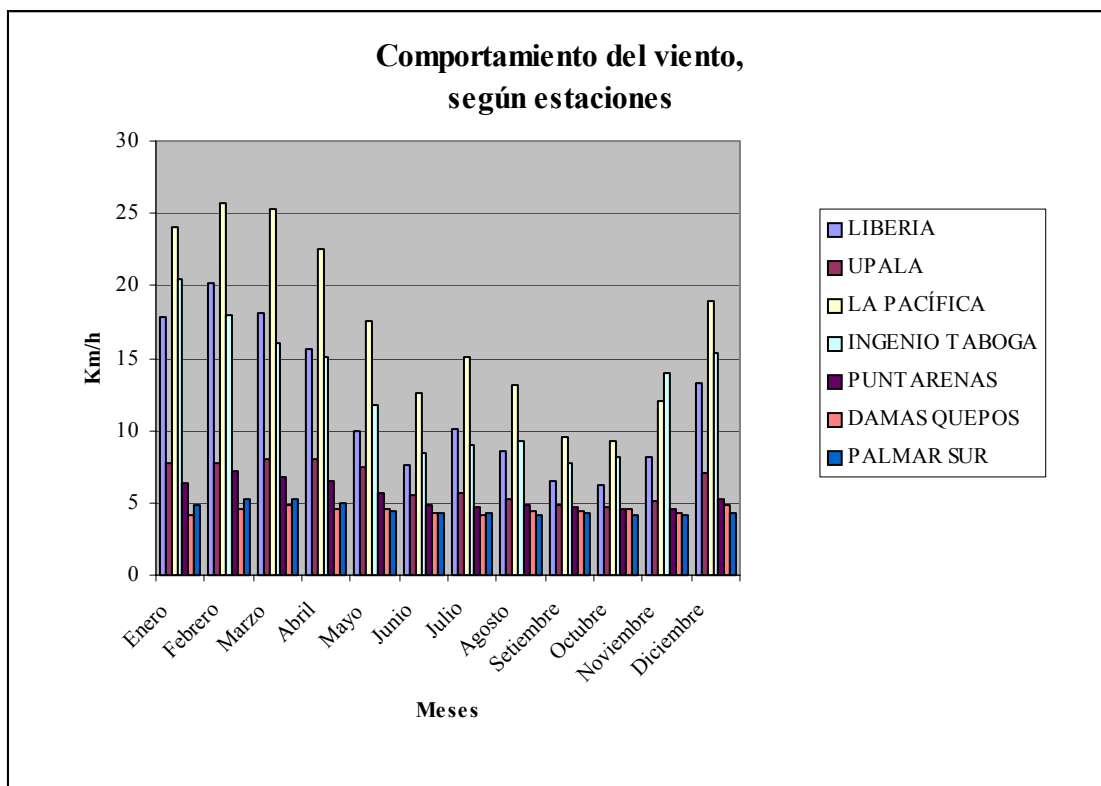
En la zona norte el viento presenta una condición bastante diferente como se observa en el mismo gráfico 10, las velocidades más altas registradas apenas alcanzan los 8 Km/h en los meses de marzo y abril y la dirección predominante es del este y sureste.

En el sector del Golfo de Nicoya se da para este elemento en particular un comportamiento bien diferenciado en cuanto a la velocidad y en la dirección. Por un lado, la parte norte en los alrededores de la ciudad de Cañas, registra los vientos más fuertes de toda el área de estudio. Según los datos de las estaciones La Pacífica e Ingenio Taboga ubicadas en esta parte norte, las velocidades llegan a superar los 25 Km/h en la primera y los 20 Km/h en la segunda y la dirección predominante es del este – noreste, para la primera y norte noreste para la segunda. Sin embargo, cuando se observan los

datos de la estación Puntarenas ubicada en la parte media del golfo, el comportamiento es muy diferente. Por un lado las velocidades disminuyen hasta tener promedios mensuales que apenas alcanzan los 7 Km/h y la dirección predominante es del sur, lo cual se asocia a la presencia constante de brisas marinas y la influencia de los oestes ecuatoriales (gráfico 10 y mapa 11, de vientos).

En el Pacífico Central las velocidades disminuyen aun más con velocidades promedio que oscilan entre 4 y 5 Km/h durante todo el año y dirección este y sur predominantemente. Finalmente los datos obtenidos de la estación Palmar Sur para el Pacífico Sur, indican que en esta región la velocidad promedio aumenta un poquito con relación a Quepos superando los 5 Km/h en los meses de febrero, marzo y abril (gráfico 10 y mapa 11, de vientos), siendo la dirección predominante es oeste.

Gráfico 10



B.1.4.7. Tormentas

La información relativa a tormentas eléctricas es muy escasa en el país, dado lo sofisticado de los equipos para su medición, se indagó con el Instituto Meteorológico Nacional, la Universidad de Costa Rica y el ICE, sobre la existencia de datos para el área

de influencia de la ruta. Sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios para efectos de este documento, pues el Instituto Meteorológico Nacional, posee información solo para los aeropuertos, como el proyecto pasa largo de ellos la información no es representativa, en la Universidad de Costa Rica tienen un estudio reciente pero para la vertiente caribe, lo cual no tiene relación con el trazo de la ruta y en el ICE tienen una red de sensores para todo el país, sin embargo, de comunicación personal con el Sr. Rafael Chacón Tel. 220 7512, nos indicó que sí poseen la información, pero aún no es de acceso público, dado que se encuentran en un proceso de calibración de la red de sensores y están validando los datos recolectados a la fecha. Sin embargo es posible que en un futuro cercano se encuentre disponible y tengan claridad sobre el costo de la misma.

Conclusiones y recomendaciones

Con la información disponible sobre los elementos climáticos se puede concluir que si bien el clima no es una condición determinante en el proyecto, en ninguna de sus etapas, si hay algunas características que deben tomarse en cuenta. En primer lugar hay que tener en cuenta el comportamiento del último elemento descrito. Los vientos tienen un comportamiento bastante heterogéneo y en algunos sitios como en los alrededores de Cañas y La Cruz, ambos de la provincia de Guanacaste, durante la época seca la velocidad de los vientos puede ser un factor que afecte durante la etapa de construcción en los casos que haya que hacer movimiento de tierras y durante la etapa de operación puede en este sector aumentar el ruido producido por el cableado.

Las lluvias también tienen una variación importante a lo largo del área de estudio, la cual presenta una especie de gradiente que aumenta en cantidad de norte a sur e inversamente se va reduciendo la época seca. Los otros elementos descritos (temperatura y humedad), en cambio, muestran un comportamiento bastante parejo con la excepción de la temperatura que disminuye para el pacífico central influenciada por los datos de la estación Tinamastes que se ubica casi a 700 metros de altitud.

En ese sentido es recomendable que en la etapa de construcción durante la época seca en la región del Pacífico Norte y el sector norte del Golfo de Nicoya se tomen las previsiones necesarias para evitar la contaminación atmosférica por la generación de nubes de polvo, en los sitios que sea necesario remover suelo, esto además evitaría acelerar los procesos de erosión eólica que son bastante comunes y fuertes en ambas regiones. En cuanto a las lluvias es conveniente considerar, que para todo el pacífico en general los meses de setiembre y octubre concentran la mayor cantidad y los aguaceros más fuertes lo cual puede favorecer los procesos erosivos por agentes pluviales y fluviales y podría aumentar el riesgo (durante la etapa de construcción) para los trabajadores sobre todo cuando se encuentren en zonas cercanas a los cauces fluviales.

Sobre las descargas eléctricas se recomienda que en la etapa de diseño, se indague nuevamente con el ICE sobre su disponibilidad para que pueda ser incorporada en los elementos de diseño respectivos, evitando así sobre diseños de seguridad en zonas donde no es requerido por la baja incidencia e estas descargas.

B.1.5. Vegetación

B.1.5.1. Descripción del marco biogeográfico y bioclimático

Para la identificación de las asociaciones vegetales que atraviesa el trazo de la línea se utilizó el Mapa Ecológico de Tosi, basado en la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge (mapa 12) y en la definición del marco bioclimático se utilizó el Mapa de Unidades Bióticas de Wilbert Herrera y Luis Diego Gómez (mapa 13).

Tramo CR-1

Este tramo atraviesa dos diferentes zonas de vida, el Bosque húmedo Tropical (bh-T) y el Bosque húmedo Premontano transición a Basal (bh-P ▼).

El tramo discurre por dos unidades bióticas. La primera caracterizada por una provincia térmica de Tropical, Tropical; con una provincia de humedad de Subhúmeda, Húmeda con 5 a 6 meses secos. La segunda está definida por una provincia térmica de Tropical, Tropical; con una provincia de humedad de Subhúmeda, Seca con 5 ó 6 meses secos.

Tramo CR-2

Se identificaron tres tipos de categoría de zonas de vida en este tramo: Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque húmedo Tropical transición a Perhúmedo (bh-T ►), bosque muy húmedo Premontano transición a Basal (bmh-P ▼).

Las unidades bióticas que atraviesa son una provincia térmica y otra de humedad. Se tiene entonces: Tropical, Tropical, Subhúmeda húmeda con 5 ó 6 meses secos; Tropical, Tropical, Subhúmeda húmeda con 3 ó 4 meses secos; Tropical, Tropical, Húmeda con 3 ó 4 meses secos.

Tramo CR-3

Se identificaron seis tipos de categoría de zonas de vida en este tramo: Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲), Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), Bosque húmedo Tropical transición a Premontano (bh-T ▲), Bosque húmedo Premontano transición a Basal (bh-P ▼) y Bosque seco Tropical transición a Húmedo (bs-T ►).

Las unidades bióticas que atraviesa el tramo son 8, definidas por una provincia térmica y otra de humedad. Se tiene entonces: Tropical, Tropical, Húmeda con 1 ó 2 meses secos; Subtropical, Tropical, Húmeda con 1 ó 2 meses secos; Subtropical, Tropical, Muy Húmeda con 1 ó 2 meses secos; Subtropical, Tropical, Muy Húmeda sin estación seca; Subtropical, Tropical, Húmeda con 3 ó 4 meses secos; Tropical, Tropical, Subhúmeda Seca con 5 ó 6 meses secos; Tropical, Tropical, Húmeda con 5 ó 6 meses secos, Tropical, Tropical, Subhúmeda, Húmeda con 5 a 6 meses secos.

Tramo CR-4

Este tramo se caracteriza por contener dos diferentes zonas de vida: Bosque Húmedo Premontano transición a Basal (bh-P ▼) y Bosque húmedo Tropical (bh-T).

También se identificaron dos diferentes categorías de unidades bióticas. La primera de ellas caracterizada por una provincia térmica de Tropical, Tropical; con una provincia de humedad de Subhúmeda, Seca con 5 ó 6 meses secos. Y la segunda definida por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 5 ó 6 meses secos.

Tramo CR-5

Para este tramo se identificaron las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲) y Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal (bmh-P ▼).

Se identificaron tres categorías de unidades bióticas para este tramo: la primera definida por una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 5 ó 6 meses secos. El segundo caracterizado por una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La tercera con una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 o 4 meses secos.

Tramo CR-6

Sobre este tramo se identificaron solamente dos diferentes zonas de vida: Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal (bmh-P ▼), y Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

En cuanto a unidades bióticas se determinaron dos categorías. La primera identificada por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La segunda se caracteriza por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda con 3 ó 4 meses secos.

Tramo CR-7

A lo largo de este tramo se determinaron tres diferentes tipos de zonas de vida: Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), Bosque pluvial Premontano (bp-P) y Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲).

Desde el punto de vista de unidades bióticas este tramo resulta interesante pues tiene cuatro categorías, el mayor número de de todos los tramos. La primera categoría está definida por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de

Muy Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La segunda categoría se define por una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La tercera categoría se caracteriza por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La cuarta categoría cuenta con una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos.

Tramo CR-8

En este tramo se definieron tres zonas de vida: Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲), Bosque pluvial Premontano (bp-P) y Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T).

Únicamente se hallaron dos unidades bióticas comprendidas dentro de este tramo. La primera de ellas caracterizada por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La segunda con una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos.

Tramo CR-9

Tres categorías de zonas de vida fueron identificadas sobre la ruta de este tramo: Bosque muy húmedo Premontano transición a Basal (bmh-P ▼), Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) y Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲).

Se encontraron tres unidades bióticas dentro de este tramo. La primera tiene una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La segunda cuenta con una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda con 1 ó 2 meses secos. La tercera está definida por una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda sin meses secos.

Tramo CR-10

Sobre este último tramo se identificaron solamente dos zonas de vida: Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) y Bosque muy húmedo Tropical transición a Premontano (bmh-T ▲).

En el tramo hay tres unidades bióticas diferentes. La primera de ellas con una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda sin meses secos. La segunda con una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda, con 1 ó 2 meses secos. La tercera con una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda con 1 ó 2 meses secos.

B.1.5.2. Series de vegetación potencial

Con base en el sistema ATTA (Base de datos de colectas biológicas) desarrollado por el Instituto Nacional de BioDiversidad (INBio), que por más de 13 años ha estado generando información sobre la diversidad biológica del país, y en colaboración con el Museo Nacional se elaboró una lista de flora, que muestra la vegetación conocida de las áreas de influencia que atraviesa esta ruta y que potencialmente podría ser encontrada a lo largo de la misma.

El Anexo 2 presenta la vegetación potencial que podría ser encontrada en cada uno de los tramos del trazado de la línea.

B.1.5.3. Series climatófilas y edafófilas

Tramo CR-1

Como consecuencia de las características climáticas (poco humedad relativa, pocos meses húmedos, predominando la estación seca) de la localidad sobre la que atraviesa este tramo, se establece una particular formación vegetal (ecosistema) conocida como bosque seco, donde dominan principalmente las especies caducifolias, siendo esta la condición principal que establece este tipo de ecosistema.

Tramo CR-2

A lo largo de este tramo se identificaron dos formaciones vegetales bien marcadas y en algunos sitios entremezcladas, en concreto se trata del bosque seco caracterizado por la dominancia de especies caducifolias y el bosque húmedo donde prevalece la dominancia de especies perennifolias.

Tramo CR-3

Sobre este tramo se identificó claramente la presencia del bosque húmedo, caracterizado principalmente por la dominancia de especies perennifolias. Sin embargo, se nota la influencia del bosque seco, apreciándose una transición en algunos sitios entre estas dos formas de cobertura vegetal.

Tramo CR-4

En este tramo se encuentra una transición entre bosque seco y húmedo, principalmente por las variaciones climáticas (mayor humedad relativa, mayor cantidad de meses lluviosos, etc), se hallan especies caducifolias y perennifolias en diferentes proporciones a lo largo del recorrido.

Tramo CR-5

El sector sobre el cual se desplaza este tramo está principalmente dominado por especies perennifolias, característico de los bosques húmedos.

Tramo CR-6

Al igual que en el caso anterior, el sector sobre el cual se desplaza este tramo está principalmente dominado por especies perennifolias, característico de los bosques húmedos.

Tramo CR-7

Así como el caso anterior, el área sobre el cual se desplaza este tramo está principalmente dominado por especies perennifolias, característico de los bosques húmedos. No se identificaron otras asociaciones de importancia.

Tramo CR-8

Nuevamente, el área sobre el cual se desplaza este tramo está principalmente dominado por especies perennifolias, característico de los bosques húmedos. No se identificaron otras asociaciones de importancia.

Tramo CR-9

El área sobre el cual se desplaza este tramo está principalmente dominado por especies perennifolias, característico de los bosques húmedos. No se identificaron otras asociaciones de importancia.

Tramo CR-10

De la misma forma que los recorridos anteriores sobre este predominan las especies perennifolias, característico de los bosques húmedos. No se identificaron otras asociaciones de importancia.

B.1.5.4. Cartografía de formaciones vegetales

La cartografía de las formaciones vegetales se realizó por medio de un análisis de imágenes de satélite Landsat TM 7 la cual fue filtrada contra los puntos de campo levantados con GPS, obteniéndose el mapa de cobertura boscosa (mapa 14) para el trazado del proyecto. Se restringió el análisis a las formaciones con bosque, pues con base en las especificaciones técnicas del proyecto es la formación vegetal más sensible al paso de la ruta y por lo tanto la que merecía ser sometida a la evaluación de impactos. Lo anterior por cuanto otras formaciones sensibles como manglares están fuera de la ruta.

B.1.5.5. Catálogo general de las especies presentes en las formaciones vegetales

En el Anexo 3, en la Sección G, apartado G.3.1, se presentan los cuadros correspondientes a las especies presentes en las formaciones vegetales encontradas en cada uno de los tramos. En todos los cuadros FDC se refiere la forma de crecimiento de la especie.

B.1.5.6. Fragilidad de los sistemas vegetales

Para la determinación de la fragilidad de los sistemas, entre otros aspectos se llevó a cabo una valoración de campo en cada uno de los tramos del trazado. Los puntos de muestro se presentan en el Anexo 3, en la Sección G, apartado G.3.2.

Tramo CR-1

Este tramo es relativamente pequeño, caracterizado principalmente por la presencia de pastizales abandonados que se han transformado en matorrales, pastizales en uso y finalmente algunos pequeños parches de bosques de galería. Estos últimos con una composición florística poco diversa, como consecuencia de la deforestación producto de la ganadería. En cuanto a los matorrales su estructura y composición florística es sencilla.

Sobre este tramo se tuvieron dos puntos de muestreo en áreas muy representativas de lo que es el recorrido total. Se llevó a cabo un inventario florístico de matorrales bordeados por pastizales. Los primeros cuentan con apenas dos estratos bien identificables y una baja diversidad de especies, lo que resulta obvio en sitios tan alterados y con condiciones climáticas como las que caracterizan estos lugares. En cuanto a los potreros la especie dominante es el jaragua (*Hyparrhenia rufa*) con algunos arbustos y árboles muy esparcidos.

La especie más sobresaliente en los bosques de galería es el espavel (*Anacardium excelsum*), árbol que puede alcanzar los 30 m o más de altura y cuyas semillas cocinadas son comestibles, siendo además una especie de uso maderable. Otras dos especies que se encuentran con frecuencia en estos sitios son el guácimo macho (*Luehea speciosa*) y el peine mico (*Apeiba tibourbo*).

En lo que se refiere a los matorrales la especie más común y numerosa es el nance (*Byrsonima crassifolia*), cuyos frutos son empleados para hacer fresco, helados, licor o comidos directamente cuando maduros. Esta especie crece en forma arbustiva en los pastizales y matorrales, pero dentro del bosque llega a convertirse en un árbol de más de 20 m de altura. Otra especie típica de estos sitios es el tapaculo (*Genipa americana*), llamada así por su uso medicinal en el tratamiento de las diarreas. El guácimo (*Guazuma ulmifolia*) también se encuentra muy representado en estos sitios, principalmente en los potreros por ser una especie forrajera, además es empleada en la medicina popular para fabricar una bebida contra la irritación estomacal.

El coyol (*Acrocomia aculeata*) es una palma empleada localmente en la fabricación de un licor de buen sabor. A pesar de que es una planta muy buscada para estos fines, queda una población bastante grande distribuida a lo largo de estos sitios en cuestión.

El guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) es el más llamativo y alusivo árbol de la zona. Se puede identificar fácilmente en los potreros por sus copas anchas y frondosas, de hojuelas muy pequeñas y troncos cubiertos por numerosas y vistosas lenticelas a manera de pequeñas escamas. Además es una especie apetecida por su madera; de sus semillas se confeccionan artesanías y sus frutos son comidos por el ganado y otra fauna silvestre. El cornizuelo (*Acacia collinsii*) también es una especie característica de esta provincia del país, muy abundante en prácticamente todos los ecosistemas de la región. Esta especie mantiene una simbiosis con hormigas, cuyos piquetes son empleados en el tratamiento de reumatismo y otras dolencias musculares.

En total se hallaron 27 familias diferentes, siendo las más numerosas, según el total de especies diferentes encontradas: Fabaceae/Papilionaceae (7), Fabaceae/Mimosaceae (4), Sterculiaceae (4), Anacardiaceae (3) y Poaceae (3). Lo que concuerda muy bien con los datos obtenidos por otras fuentes, en que definen a las subfamilias del complejo de las Fabaceae como el grupo más numeroso de plantas en esta zona del país.

En cuanto a los géneros, se hallaron un total de 43 registros diferentes, con una representatividad muy homogénea entre ellos según el número de especies diferentes encontradas, de esta forma tenemos: Waltheria (2), Spondias (2), Lonchocarpus (2), Hyptis (2), Cordia (2) y Acacia (2) y Tabebuia (1).

Se encontró un total de 49 especies de plantas diferentes, distribuidas según su forma de crecimiento en 6 diferentes categorías de la siguiente manera: árboles (26), hierbas (11), arbustos (9), bejucos (1), palmas (1) y parásitas (1).

Tramo CR-2

Se muestreó en 4 puntos con el fin de caracterizar la composición florística. El tramo atraviesa desde los bosques secos compuestos por especies caducifolias hasta el bosque húmedo dominando principalmente por especies perennifolias. En algunos sitios se encontró un estado intermedio entre las dos asociaciones mencionadas anteriormente.

En lo que se refiere a los ecosistemas y su estado ecológico estos se pueden dividir en dos categorías: los ecosistemas naturales y los culturales. Para el segundo tipo se hallaron, entre otros: plantaciones de naranja (*Citrus sinensis*) a gran escala; pastizales, también bastante numerosos y extensos por toda la zona; pequeños cultivos de yuca (*Manihot esculenta*), banano (*Musa acuminata*).

En cuanto a los ecosistemas naturales se observaron: matorrales, compuestos principalmente por especies pioneras de rápido crecimiento y muy abundantes, tales como el guarumo (*Cecropia peltata*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), achotillo (*Vismia baccifera*), poro-poro (*Cochlospermum vitifolium*), raspa guacal (*Curatella americana*), e higuierilla (*Ricinus communis*). Estas especies caracterizan a estas áreas bastante

alteradas como producto de la deforestación a consecuencia de la ganadería, agricultura y explotación maderera.

Los bosques secundarios muy comunes a lo largo del tramo se pueden subdividir en dos tipos, los que se hallan en los márgenes de los ríos o quebradas y aquellos lejos de estos afluentes de agua. En ambos casos se caracterizan por un fuerte elemento de alteración como consecuencia de la deforestación, pudiendo describirse como sitios en un proceso de sucesión ecológica joven, proveniente de una etapa inferior como lo son los matorrales, o de áreas semi-boscosas a consecuencia de la tala de árboles.

Los humedales son de suma importancia a pesar de no ser muy diversos en cuanto a la composición florística, caracterizados por ser ecosistemas muy frágiles y susceptibles a cambios en su entorno. Estos, además de albergar especies que requieren ambientes saturados de humedad para sobrevivir, son fuente de alimento y anidación para aves y especies silvestres en general. También son importantes desde el punto de vista hídrico.

En lo que se refiere a la instalación de la línea de transmisión eléctrica es importante tomar las medidas preventivas del caso, como es el guardar una distancia prudencial de estas asociaciones biológicas, con el fin de no afectarlas. En cuanto a las categorías restantes, el riesgo de daño o afectación es menor, obviamente por tratarse de sitios ya bastantes alterados. No obstante lo anterior, también ameritan cierto grado de atención, ya que en futuras etapas de sucesión ecológica se convertirán en asociaciones biológicas de mayor complejidad y fragilidad. Es importante mencionar que no se encontraron en la fase de muestreo especies vegetales endémicas, vedadas, raras o de algún valor o categoría particular que restrinja de manera absoluta la implementación de este proyecto.

Se registró un total de 54 familias de las cuales las más representativas según el número de especies diferentes contenidas en ellas son: Fabaceae/Mimosaceae (8), Euphorbiaceae (7), Rubiaceae (7), Fabaceae/Papilionaceae (5) y Moraceae (5). Con lo que se concluye que hay una fuerte dominancia de las Leguminosas (Fabaceae) a lo largo del tramo.

Se encontraron 106 registros diferentes. dentro de los cuales los géneros más sobresalientes, según el número de especies contenidos dentro de ellos, son: *Cordia* (4), *Croton* (3), *Pasiflora* (3) y *Senna* (3).

En total se observaron 131 especies distintas de plantas distribuidas según su forma de crecimiento de la siguiente manera: árboles (60), hierbas (26) arbustos (25), bejucos (16), palmas (1), parásitas (1), epífitas (1) y helechos arborescentes (1).

Tramo CR-3

Se realizaron 12 puntos de muestreo con el fin de caracterizar su composición florística. Este tramo recorre principalmente bosques húmedos dominados por especies perennifolias. En algunos sitios se presentó un estado intermedio entre estas asociaciones boscosas y el bosque seco.

Al igual que en el tramo anterior, se observaron dos categorías de ecosistemas, naturales y culturales. Estos últimos se pueden clasificar de la siguiente forma: plantaciones de naranja (*Citrus sinensis*) a gran escala; pastizales; pequeños cultivos de yuca (*Manihot esculenta*), banano (*Musa acuminata*), palmito y pejibaye (*Bactris gasipaes*), tiquisque (*Xanthosoma violaceum*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arroz (*Oryza sativa*), así como pequeñas plantaciones de teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*) y pochote (*Bombacopsis quinatum*).

Los ecosistemas naturales se pueden subdividir en: matorrales, compuestos principalmente por especies pioneras de rápido crecimiento y muy abundantes, tales como la balsa (*Ochroma pyramidale*), el guarumo (*Cecropia peltata*), el burio (*Hampea appendiculata*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el achiotillo (*Vismia baccifera*).

Los bosques secundarios presentan las mismas características que en el tramo anterior y también se caracterizaban por un fuerte elemento de alteración como consecuencia de la deforestación.

Los bosques maduros se caracterizados por una alta variedad de especies vegetales, con una estructura vertical y horizontal muy compleja por sus estratos difusos, en donde se entremezclan tanto las especies de pequeño porte (arbustos y hierbas) con la regeneración de las especies dominantes en los estratos superiores del bosque. Estos son sitios de gran importancia ya que representan las pocas áreas que aun permanecen con todo su potencial biológico intacto.

Todos los diferentes ecosistemas visitados (pastos, cultivos, matorrales y bosques) a diferencia del bosque maduro, se caracterizan por ser sitios bastante alterados como consecuencia de la influencia humana. Los bosques riparios mantienen una mayor diversidad de especies así como una estructura más compleja, con un dosel de hasta 30 metros de altura en algunos casos, pero no escapan de la alteración por causa humana.

En cuanto a los matorrales no son más que el remanente de antiguos bosques o en su defecto el producto de los procesos sucesionales de pastos o áreas de agricultura abandonados. De nuevo tenemos pastos y zonas de cultivo que son los ecosistemas más sencillos y simples en términos de composición y estructura florística, pero importantes para la economía local.

En este tramo aplican las mismas recomendaciones emitidas en el anterior con respecto a las medidas de prevención necesarias en el proceso de construcción. Tampoco se encontraron en este tramo especies vegetales endémicas, vedadas, raras o de algún valor o categoría particular que restrinja de manera absoluta la implementación de este proyecto.

Se encontraron 91 familias de las cuales las más representativas según el número de especies encontradas fueron: Fabaceae/Mimosaceae (21), Fabaceae/Papilionaceae (19), Euphorbiaceae (18), Rubiaceae (15), Moraceae (13), Fabaceae/Caesalpiniaceae (10), Flacourtiaceae (9), Meliaceae (9), Clusiaceae(7) y Piperaceae (7). Siendo el grupo de plantas Fabaceae el más numerosas en este tramo.

En cuanto a los géneros se encontraron un total de 153 registros diferentes, donde fueron unos pocos los más representativos según el número de especies encontradas, de tal forma se tiene que: *Ficus* (6), *Piper* (6), *Casearia* (5), *Albizia* (4), *Cordia* (4), *Croton* (4), *Inga* (4) y *Trichilia* (4).

Se registraron 323 especies, distribuidas de acuerdo con su forma de crecimiento en 8 categorías, de la siguiente manera: árboles (173), arbustos (59), hierbas (56), bejucos (24), palmas (6), parásita (3), epífitas (19) y helechos (1).

Tramo CR-4.

Para el levantamiento de la información florística de este tramo se visitaron tres tipos diferentes de asociaciones vegetales, pastizales arbolados y arbustivos, y matorrales, estos últimos tendiendo a bosques en etapas muy tempranas de regeneración. Estos sitios se caracterizan principalmente por ser áreas muy alteradas como consecuencia de las actividades ganaderas y agrícolas. No se encontró ninguna especie o ecosistema de gran valor o de alta susceptibilidad a los cambios.

La cobertura vegetal sobre los cauces de los ríos, aun cuando en muchos casos ha estado bajo la influencia humana (deforestación), merece una atención importante principalmente por ser una barrera natural en el ciclo hidrológico contra la contaminación.

Las especies con mayor representatividad son principalmente típicas de áreas alteradas cuya agresividad en el proceso de colonización y dispersión las convierten en dominantes, algunos ejemplos son los conocidos guarumos (*Cecropia sp*), guácimos (*Guazuma ulmifolia*), burio (*Heliocarpus appendiculatus*) y candelillos (*Piper sp*). También se encontraron especies de gran altura e importantes en la industria maderera como son el laurel (*Cordia alliodora*), cenizaro (*Samanea saman*), cedro (*Cedrela odorata*), y lagarto (*Zantoxylum setulosum*).

Se hallaron también especies empleadas en medicina popular como son; indio desnudo (*Bursera simarouba*), madero negro (*Gliricidia sepium*), aceituno (*Simarouba glauca*) y china (*Impatiens walleriana*). También se encontraron algunas especies comestibles nativas y exóticas, tales como: guayaba (*Psidium guajaba*), anona (*Annona cherimola*), aguacate (*Persea americana*), tamarindo (*Tamarindus indica*) y tucuico (*Ardisia revoluta*).

Otras especies encontradas tienen usos para tinción (*Maclura tintoria*), artesanales (*Sida rhombifolia*), tóxicas (*Asclepias curassavica*), como alimento en mariposarios (la hierba cinco negritos "*Lantana camara*") y para producción de bebidas alcohólicas (*Acrocomia aculeata*).

En total se encontraron 49 familias diferentes de las cuales las siguientes tienen la mayor cantidad de especies distintas: Fabaceae/Papilionaceae, Piperaceae y Poaceae (Gramíneas) y finalmente las Fabaceae/Mimosaceae. En cuanto a los géneros se encontraron 75 diferentes de los cuales los que presentaron mayor número de especies fueron: *Piper*, *Solanum*, *Peperomia*, *Ficus*, *Eugenia* y *Corton*. En total se reportaron 85 especies diferentes.

En cuanto a la forma de crecimiento dominan las especies arbóreas con un total de 36 especies distintas, seguidas por las hierbas y los arbustos con un total de 28 y 16 especies respectivamente, y en forma minoritaria una sola palma.

Tramo CR-5.

En lo que se refiere a unidades bióticas también tiene bastantes categorías. Para este tramo se establecieron tres tipos: el primero definido por una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 5 ó 6 meses secos. El segundo caracterizado por una provincia térmica de Subtropical, Tropical; y una provincia de humedad de Muy Húmeda con 3 ó 4 meses secos. La tercera con una provincia térmica de Tropical, Tropical; y una provincia de humedad de Húmeda con 3 o 4 meses secos.

Este tramo se muestreó en cinco puntos, distribuidos en tres tipos bien definidos de ecosistemas distintos que van desde matorrales en estados jóvenes de sucesión ecológica, hasta bosques maduros, pasando por las etapas intermedias (bosques secundarios en tempranos estados sucesionales).

Los matorrales se caracterizan por ser áreas que han estado sometidas a actividades de remoción de la cobertura vegetal por diferentes causas, lo que ha ocasionado la pérdida del bosque original y con esto el posterior establecimiento de un tipo de cobertura natural más dinámica, como consecuencia del proceso de colonización y competencia de las especies. Es común encontrar en estos hábitats especies como la balsa (*Ochroma pyramidale*), laurel (*Cordia alliodora*), papayillo (*Jacarita dolichaula*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), chumico (*Pourouma bicolor*) o achiotillo (*Vismia baccifera*).

Estos sitios también llamados tacotales no son áreas de delicada susceptibilidad, más bien gozan de una etapa ecológica de mucha adaptabilidad. No se hallaron especies raras, en peligro de extinción, o con alguna categoría de protección.

En cuanto a los bosques secundarios y maduros se caracterizan por tener una estratificación más heterogénea que los matorrales, ya que estos últimos prácticamente se pueden definir como homogéneos. Sin embargo, en algunos casos pueden establecerse dos estratos; el dominante, constituido por las especies más altas y uno secundario de menor altura y más denso. Los bosques en cambio, se caracterizan por tener estratos múltiples, que van desde el estrato superior que puede estar por encima de los 30 m de altura hasta los inferiores a menos de cinco metros de altura.

Los bosques son también complejos en su estructura vertical, constituidos por una gran variedad de especies vegetales, algunas bien identificadas según sea el lugar en que se ubican en estos ecosistemas (estratos medios o extremos a las orillas del bosque), como otras de mayor amplitud de distribución.

Aun cuando estos bosques no presentan una particularidad que amerite una extrema medida de conservación, son de gran importancia por ser un ecosistema natural y típico de esa zona del país, con sus consecuentes beneficios a la humanidad (agua, aire,

recreación, turismo, entre otros). Lo anterior les confiere un importante valor de existencia que amerita prácticas de manejo y conservación.

Es también importante resaltar el hecho de que estos bosques representan un punto de transición entre especies provenientes de bosque seco y bosque húmedo.

Se encontraron muchas especies de importancia comercial por el valor de su madera, como son: el ron-ron (*Astronium graveolens*), manteco (*Tapirira myriantha*), cortez amarillo (*Tabebuia ochracea*), pochote (*Bombacopsis quinata*), laurel (*Cordia alliodora*), roble coral (*Terminalia amazonia*), pilón (*Hyeronima alchorneoides*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), cedro (*Cedrela odorata*) y botarrama (*Vochysia guatemalensis*).

Otras especies de importancia por sus usos tradicionales son: para producción de bebidas alcohólicas (*Acrocomia aculeata*), por su palmito la palma real (*Attalea butyraceae*), achiote (*Bixa orellana*), del cerillo (*Symphonia globulifera*) la savia se empleaba para sellar canoas antiguamente, el fruto comestible y medicinal del guapinol (*Hymenaea courbaril*), los frutos comestibles del nance (*Byrsonima crassifolia*), las semillas del ojoche usadas para extraer harina y producir tortillas (*Brosimum allicastrum*), como alucinógeno el fruta dorada (*Virola koschnyi*), como medicinal el hombre grande (*Quassia amara*), como medicinal para el hombre y el ganado, el guácimo colorado (*Luehea seemannii*), entre otros.

En total se encontraron 76 familias diferentes, de las cuales las más representativas según el número de géneros y especies que les representan son: Asteraceae (Compositae), Melastomataceae (muchas son comestibles), Rubiaceae, Moraceae, Fabaceae/Mimosaceae y finalmente Euphorbiaceae.

En cuanto a los géneros se observaron un total de 161, de los cuales solamente cuatro tienen más de 4 especies: *Miconia*, *Cordia*, *Piper* y *Psychotria*; especies que reportaron un total de 207 registros diferentes.

En lo que se refiere a la forma de crecimiento se clasificaron en seis diferentes tipos: árboles (106), arbustos (41), hierbas (32), bejucos (19), palmas (4) y epífitas (4). Ordenadas a su vez, de mayor a menor según el número de especies contenidas en estas categorías.

Tramo CR-6.

Fueron 10 los sitios que se visitaron en el campo, con el fin de realizar una descripción de este tramo a partir de la flora presente a lo largo de su trayectoria. Los sitios visitados se distribuyeron de la siguiente manera: dos puntos de muestreo en bosques maduros, bosques secundarios, pastizales y plantaciones forestales y finalmente un punto de muestreo realizado en un matorral, con el fin de abarcar los diferentes tipos de ecosistemas encontrados.

Este tramo es bastante heterogéneo en tipos de cobertura forestal ya que va desde sitios tan alterados como los pastizales hasta lugares de gran riqueza natural como los bosques

maduros, pasando por sitios intermedios entre estos estados ecológicos como los matorrales y los bosques secundarios.

El patrón de comportamiento y distribución de la flora en los sitios alterados es similar a la ya descrita anteriormente, en donde las especies dominantes son aquellas colonizadoras, agresivas y de métodos de dispersión muy eficientes, como los zacates (Poaceae, Cyperaceae), balsas (*Ochroma pyramidale*), guarumos (*Cecropia peltata*), guácimos (*Guazuma ulmifolia*), escobillas (*Sida rhombifolia*) y soterré (*Lantana camara*), las cuales van preparando el terreno y hábitat para el establecimiento de otras especies de ambientes menos inhóspitos, y así sucesivamente hasta llegar a un ecosistema localizado al final de la pirámide de sucesión ecológica, como los bosques maduros.

Es importante mencionar que en esta zona del país se encuentra la Cuenca de Savegre, que cuenta con más de 2 000 especies de plantas vasculares, lo que representa un 20% del total de la flora conocida para el país.

En cuanto a los bosques que se muestrearon, son los típicos bosques muy húmedos donde tanto su estructura horizontal como vertical es bastante heterogénea, además de su diversidad de especies, característico de ellos. Se encontraron árboles de importancia comercial por su madera como: la ceiba (*Ceiba pentandra*), el pilón (*Hieronima oblonga*), el gallinazo (*Schizolobium parahyba*), anonillo (*Talauma gloriensis*), ojoche (*Brosimum alicastrum*), guácimo blanco (*Goethalsia meaenantha*), manú cuajada (*Vitex cooperi*) y mayo blanco (*Vochysia ferruginea*). También es importante resaltar la presencia de dos especies vedadas: el cristóbal (*Platymiscium pinnatum*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*).

Otras especies interesantes son: el vaco (*Brosimum utile*), por su tradicional uso medicinal, el zonzapote (*Liacnia platypus*) por su deliciosa fruta silvestre, el targuá (*Crotón draco*) por su uso medicinal, la higuera (*Ricinus communis*) por su savia combustible para diversos usos y el palmito amargo (*Socratea exorrhiza*) por ser comestible.

En lo que se refiere a las plantaciones forestales se encontraron dos especies diferentes, teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*). Estos ecosistemas culturales son importantes ya que proporcionan una barrera protectora al suelo contra la erosión (eólica, solar, hídrica), contribuyen a la producción de oxígeno, mejoran la permeabilidad del suelo y en algunos casos contribuyen en la fijación de carbono. Sin embargo, durante las etapas de aprovechamiento se produce una alteración del medio con sus repercusiones ambientales. Estos sistemas culturales son mucho más simples en estructura y composición florística que los naturales, por lo cual el impacto por su aprovechamiento es menor que sobre los naturales.

Se encontraron un total de 84 familias dentro de las que sobresalen por el número de especies diferentes: Euphorbiaceae (20), Melastomataceae (18), Rubiaceae (14), Fabaceae/Papilionaceae (13), Asteraceae (11) y Poaceae (10).

De géneros se reportaron un total de 217, sin mayor dominancia de unos sobre otros a excepción *Miconia*, con un total de 257 especies diferentes a lo largo de todo el tramo.

La vegetación encontrada se separó en 7 formas de crecimiento diferentes, presentadas a continuación en orden jerárquico según el número de especies por cada categoría: árboles (97), hierbas (51), arbustos (56), bejucos (31), epifitas (5), palmas (4) y parásitas (3).

Tramo CR-7.

Este es el tramo en el que se muestreó con mayor intensidad. Se visitaron 16 puntos distribuidos en 6 diferentes categorías de ecosistemas, de la siguiente manera: matorrales(3), plantaciones forestales (3), bosques maduros (4), manglar (1), plantación de palma de aceite (2) y finalmente bosques secundarios (1).

Los bosques maduros presentan los típicos estratos difusos, entendiéndose este término como la compleja variedad de estratos verticales conformados por las especies de plantas que se entremezclan en estos ecosistemas. Además se encontró una alta diversidad de especies vegetales dispersas entre diversas formas de crecimiento.

Es importante mencionar las siguientes especies encontradas en algunos de los sitios muestreados: cristóbal (*Platymiscium pinnatum*), especie de uso maderable pero actualmente vedada; ron-ron (*Astronium graveolens*) especie muy buscada por la belleza y dureza de su madera; cortez amarillo (*Tabebuia ochracea*) en época de floración es muy llamativo por lo exuberante de sus flores, es también una especie de importancia comercial por su madera; alcanfor (*Protium panamense*), es una especie apetecida por su madera, además de su resina se extrae un producto utilizado tradicionalmente para ahuyentar mosquitos; ajillo (*Caryocar costarricense*) de importancia comercial por su madera; cedro maría (*Callophyllum brasiliense*) muy utilizado en la industria maderera por su fina madera; vainillo (*Stryphnodendron microstachyum*) con madera de importancia comercial; de las 6 especies del género Brosimum (como ojoche o vaco) se encontraron 5. También se encontró el mastate (*Poulsenia armata*) de cuya corteza los indígenas fabrican prendas de vestir.

En cuanto a los bosques secundarios si bien es cierto que se encuentran en un estado sucesional inferior a los bosques maduros, su importancia es bastante marcada, no sólo por la variedad de especies presentes en el ecosistema, sino por ser sistemas biológicos más dinámicos, propio de sistemas más jóvenes donde es mayor la actividad del movimiento energético.

En cuanto a los matorrales no aportan nada diferente a lo ya descrito en los tramos anteriores, siendo estos sitios alteradas en un proceso de establecimiento de especies y de mucho dinamismo energético.

En lo referente a las plantaciones forestales, a causa de las prácticas silviculturales no tienen mayor diversidad de especies, siendo sitios con una estructura vertical y horizontal sencilla. Para el caso de las plantaciones de palma de aceite, este efecto es aun más marcado, ya que estos lugares requieren estar más libres de vegetación entre las hileras que conforman el cultivo, con el fin de garantizar una eficiente movilidad dentro de la plantación durante el proceso de cosecha.

Finalmente, en lo referente a manglares, estos resultan ser asociaciones biológicas bastantes importantes por su condición de humedales, áreas de amortiguamiento de los efectos de las mareas sobre el continente. Son sitios de interés por los productos de la pesca (pescados, piangua), o para tintes, carbón, leña y corteza curtiente provenientes de los mangles (por ejemplo *Rhizophora mangle*). Además son sitios muy susceptibles a las alteraciones sobre el ecosistema, muy frágiles, sin embargo no encuentran dentro del área de influencia del proyecto. La diversidad de especies vegetales en estos sitios es baja, principalmente por ser ambientes muy salinos, siendo pocas las especies adaptadas a sobrevivir bajo estas condiciones de salinidad.

Para este tramo se muestrearon un total de 100 familias diferentes dentro de las cuales las más representativas según el número de especies diferentes encontradas, fueron: Euphorbiaceae (27), Moraceae (20), Rubiaceae (18), Asteraceae (18), Fabaceae/Papilionaceae (17), Melastomataceae (15), Piperaceae (13), Arecaceae y Verbenaceae (10).

Se encontraron 274 géneros diferentes, dentro de los cuales los más numerosos de acuerdo con la cantidad de especies que contienen, son: Piper (12), Miconia (7), Ficus (6), Corton (5), Psychotria (5), Brosimum (5). Las especies encontradas alcanzaron un total de 392.

Las especies se ubicaron en una determinada categoría de forma crecimiento, con un total de 7 clases diferentes, distribuidas de la siguiente manera según el número de especies encontradas bajo cada clasificación: árboles (166), hierbas (86), arbustos (84), bejucos (40), palmas (10), epífitas (5) y parásitas (1).

Tramo CR-8.

Sobre este tramo se realizaron tres puntos de muestreo con los cuales se cubrieron los tipos principales de cobertura del suelo que caracterizan este sector. Se visitaron dos matorrales, uno circundado principalmente por potreros, pastizales y cafetales, y el segundo rodeado tanto por cultivos (café) y pastos, como de un pequeño parche de bosque ripario. El último ecosistema muestreado fue un pastizal arbolado en uso.

En lo que se refiere a los matorrales, estos son sitios bastantes alterados, producto de la deforestación, como consecuencia de las actividades ganaderas y de agricultura principalmente. Sobre estos sitios no se hallaron plantas cuyo valor fuese tal que ameritara medidas de protección especiales del ecosistema. Un aspecto importante es que los ecosistemas circundantes ejercen un efecto directo sobre estas coberturas forestales, principalmente en aquellas donde la presencia humana es más continua como el caso de los pastos y cultivos.

Algunas de las especies encontradas de uso directo por el ser humano son: ceiba (*Ceiba pentandra*) cuya madera de baja calidad es utilizada en la industria maderera (formaleta); guarumo (*Cecropia obtusifolia*) utilizado en la medicina popular; jabillo (*Hura crepitans*) especie maderable, cuya corteza era lanzada a los ríos para que la savia tóxica adormeciera a los peces, que eran después pescados; chilillo (*Phyllanthus acuminatus*) especie donde se encuentra una sustancia llamada Phyllantoside, muy efectiva en el

tratamiento del cáncer; carbonero (*Lafoensia puniceifolia*) especie empleada en plantaciones forestales y de donde se extrae un tinte utilizado en la zona de Boruca para colorear ropas; burio (*Hampea appendiculata*) su madera es empleada en otros países en la fabricación de aviones para aeromovilismo; manú cuajada (*Vitex cooperi*) empleado en la industria maderera; venadera (*Cissampelos pareira*) bejuco cuyas raíces han sido empleadas tradicionalmente en medicina popular; palmito amargo (*Socratea exorrhiza*), que es un tanto amargo.

Los pastizales son el ecosistema más simple y deteriorado de todos, como consecuencia de la erosión y el compactamiento del suelo por el pisoteo del ganado.

Se encontraron un total de 54 familias diferentes, dentro de las cuales las más numerosas, de acuerdo a su representatividad en especies, reportadas son: Euphorbiaceae (8), Fabaceae/Mimosaceae (8), Fabaceae/Papilionaceae (6), Moraceae (6), Arecaceae (5) y Piperaceae (4).

Se encontraron un total de 94 géneros diferentes, donde los más representativos según el número de especies que contienen son: Inga (4) y Piper (4), lo que indica que no hay una dominancia de un grupo particular de plantas en el sitio en cuestión. Además que se hallaron un total de 109 especies diferentes.

Finalmente, en lo que se refiere a la forma de crecimiento todas las especies encontradas, se ubicaron en 7 diferentes categorías: árboles (57), arbustos (21), hierbas (17), palmas (5), bejucos (5), parásitas (2) y helechos (2).

Tramo CR-9

Sobre este tramo se muestrearon 15 puntos y se levantó una lista de las especies vegetales observadas, así como una descripción del estado del sitio. Los puntos de muestreo se distribuyeron en 5 diferentes ecosistemas tanto naturales como plantados: matorrales (4), bosques secundarios (3), pastizales (3), plantaciones forestales (4), plantación de pejibaye (1).

Los bosques que se visitaron tenían la particularidad de ser áreas bastante alteradas, producto de la deforestación con fines de aprovechamiento forestal. El bosque remanente se caracteriza por ser más ralo, con especies arbóreas de menor diámetro en sus fustes, así como de menor altura. Sin embargo son áreas con mucha diversidad de fauna, ya que al abrirse claros en el bosque se crea un ambiente propicio para que otras especies de fauna puedan instalarse.

Dentro de las especies interesantes que fueron observadas se halla: el cristóbal (*Platymiscium pinnatum*); palo de agua (*Bravaisia integerrima*) usado en la apicultura; lagartillo negro (*Lacmellea panamensis*) la pulpa de sus frutos es comestible, además el látex de su corteza se puede beber; fosforillo (*Dendropanax arboreus*) cuya madera es empleada en la fabricación de fósforos y palillos de dientes; ceibo (*Pseudobombax septenatum*) de madera suave utilizada en la industria maderera; poro poro (*Cochlospermum vitifolium*) en algunos países emplean el contenido interno de los frutos para rellenar almohadas; ardilho (*Cojoba arborea*) de madera fina empleada en la

fabricación de puertas y pisos; almendro (*Andira inermis*) de madera muy dura empleada en la construcción, bigas, tornería, y traviesas de ferrocarril, su corteza posee sustancias tóxicas; tabacón (*Grias cauliflora*) utilizado en medicina indígena; manú (*Minqartia guianensis*) de madera dura empleada en la industria maderera; hormigo (*Triplaris melaenodendron*) cuyas ramas huecas albergan una especie de hormiga muy agresiva que está siendo estudiada en los Estados Unidos para aliviar problemas de reumatismo. Por lo general estos bosques secundarios están rodeados por potreros, cultivos o plantaciones forestales.

Es importante indicar que en uno de los puntos de muestreo de bosque secundario, ubicado sobre el Río Coto Colorado, cerca del poblado de Río Claro, se encuentra una toma de agua, por lo se debe tener mucho cuidado en este sitio pues es de gran importancia para la comunidad.

Los matorrales se encontraron en diferentes estados de sucesión ecológica, pues mientras algunos eran bastantes jóvenes otros estaban muy cercanos a convertirse en bosques secundarios. Sin embargo, no se encontraron especies que ameritaran alguna medida o práctica de conservación especial. Generalmente estos sitios están rodeados de cultivos o pastos y en pocas ocasiones de bosques.

Se visitaron tres plantaciones forestales de melina (*Gmelina arborea*) y una de teca (*Tectona grandis*). No se encontraron especies de interés particular que ameriten medidas de conservación. Estas son áreas con una baja diversidad de especies vegetales en comparación con sitios naturales y que carecen de prácticas silviculturales enfocadas a mejorar la producción de madera.

De los cultivos se muestreó una plantación de pejibaye (ecosistema cultural), que al igual que las plantaciones forestales tienen menor diversidad biológica que ecosistemas naturales, obviamente por las prácticas de manejo enfocadas a la productividad del recurso.

Finalmente se muestrearon 3 pastizales, algunos de los cuales tenían mayor representatividad de especies arbóreas (sombra para el ganado), sin embargo siguen siendo los ecosistemas más simples y alterados en términos de biodiversidad.

En el levantamiento de información florística se muestrearon 75 familias de plantas, de las cuales las más representativas según el número de especies son: Fabaceae/Papilionaceae (18), Euphorbiaceae (12), Moraceae (12), Rubiaceae (11), Fabaceae/Mimosaceae (10), Araceae (7), Arecaceae (6), Asteraceae (6) y Cecropiaceae (6).

Se encontraron un total de 175 géneros, ordenados respectivamente de mayor a menor según la cantidad de especies contenidas en ellos: Piper (4), Inga (4), Erythrina (4), Heliconia (3), Annona (3), Brosimum (3), Cecropia (3), Miconia (3), Phoradendron (3), Senna (3), Solanum (3). Se encontraron 232 especies diferentes.

Todas las especies vegetales fueron agrupadas según su forma de crecimiento en ocho categorías, de la siguiente forma: árboles (112), hierbas (48), arbustos (38), bejucos (18), palmas (6), parásitas (5), epífitas (4) y helechos (1).

Tramo CR-10.

Para el levantamiento de información florística de este tramo se realizaron tres puntos de muestreo en diferentes tipos de ecosistemas, un bosque secundario, un matorral y un pastizal.

En cuanto al bosque es evidente la intervención humana con fines de extracción de madera, y debido a las características biofísicas de la zona el ecosistema se recupera rápidamente; sin embargo su estructura y composición original nunca se repondrán. En las partes más altas de esta zona es posible encontrar bosques maduros, con un estrato superior dominante (dosel) de mayor altura (más de 30 m) que el punto muestreado y con muy poca intervención humana.

En términos de diversidad florística hay una amplia gama de especies distribuidas según sus formas de crecimiento a través de los diferentes estratos del bosque, dentro de las especies de mayor interés halladas están: cristóbal (*Platymiscium pinnatum*); pavito (*Xylopia frutescens*) cuya corteza se rasga en tiras y se emplea en la cultura tradicional para fabricar una especie de mecate; nance macho (*Clethra mexicana*) empleada en construcción y para leña, además las raíces las utilizan para hacer artesanías; colpachí (*Crotón schiedeanus*) la madera es buena y además es usado en medicina popular; cocobolo de San Carlos (*Vatairea lundellii*) es cotizado por su madera, que además es empleada en medicina popular; mangalarga (*Laetia procera*) es aprovechada por su madera y utilizada en reforestación; caobilla (*Carapa guianensis*) su madera es empleada en la industria (mueblería, construcción, etc.); cedro amargo (*Cedrela odorata*) especie de madera muy valiosa y bien cotizada en el mercado; escobilla (*Sida rhombifolia*), sus hojas y raíces han sido usadas tradicionalmente en medicina popular, de sus tallos se hacen escobas rústicas; caña brava (*Gynerium sagittatum*) empleada en la construcción de bahareque, techos, sombra de almacigales y soporte de tallos de banano.

En lo concerniente a los matorrales no aportan nada diferente a lo que ya se ha mencionado de ellos en los tramos anteriores, presentan las mismas características de estructura y composición, siempre bordeadas por cultivos, pastos y pocas veces de bosques. Estos matorrales hacen un importante aporte a la diversidad biológica del país, sin embargo, en términos de prácticas de conservación, no se encontraron especies que ameritaran medidas de protección.

Finalmente, las áreas cubiertas por pastos como ya se explicó en los tramos anteriores, se caracterizan por ser sitios muy pobres en términos de diversidad biológica, además de los demás efectos negativos a causa del pastoreo (compactación de suelos, erosión, pérdida de suelo).

Del muestreo florístico se encontraron un total de 46 familias, donde las más representativas según el número de especies contenidas en ellas son: Euphorbiaceae (6),

Moraceae (5), Rubiaceae (5), Fabaceae/Papilionaceae (5), Fabaceae/Mimosaceae (4) y Verbenaceae (4).

En cuanto a géneros se encontraron 78 diferentes registros, y tomando en cuenta que se hallaron 88 especies diferentes, se concluye que no hay una dominancia de algún género en particular sobre los demás, de hecho solamente uno de ellos (*Croton*) alcanzó a tres registros de especies, ocho poseen 2 registros de especies y los restantes un solo registro.

Para las formas de crecimiento se distribuyeron las especies encontradas de la siguiente manera: árboles (53), arbustos (14), hierbas (14), bejucos (2), epífitas (2), parásitas (2) y palmas (1).

B.1.6. Fauna

B.1.6.1. Descripción del marco biogeográfico y definición de hábitats

Esta descripción se base en las fuentes bibliográficas existentes.

El trazo del tendido eléctrico del proyecto SIEPAC no agravará mayormente la situación que ya existe en la mayor parte del recorrido, ya que pasa por áreas bastante alteradas. Más de dos tercios del proyecto pasa por áreas sin cobertura boscosa (ver mapa 14). En otras palabras, la fragmentación y la alteración del hábitat es la constante que describe el marco biogeográfico general de todo el trayecto en cuestión.

En todo el recorrido, dos regiones principales merecieron mayor consideración, el complejo Carara- Cerros de Turrubares y otras áreas protegidas de la zona y un área que llamó la atención por su supuesta alta cobertura boscosa y la posibilidad de existencia de especies endémicas, el último tramo del proyecto (Tramo CR-10). Debido a lo anterior, estas regiones fueron analizadas más exhaustivamente, haciendo observaciones en campo, cuando fue posible, en sitios puntuales, tomando en cuenta los puntos de inflexión del tendido y el retrazado de la ruta.

A continuación se detalla la situación biogeográfica general y de los hábitats existentes por sectores del proyecto. Estos sectores son los 10 tramos homogéneos previamente descritos para el proyecto SIEPAC.

El tramo CR-1 (frontera con Nicaragua en la Cruz de Guanacaste, hasta el cruce hacia Santa Cecilia) discurre por Bosque seco Tropical (bs-T) de suelos moderados en fertilidad donde domina el hábitat de áreas abiertas y potreros con poca vegetación (potreros arbolados). También se encuentran pequeñas áreas con vegetación secundaria o charral (bosque secundario de fase temprana = CS1), el tramo en general es de escasa vegetación (ver mapa 12).

El tramo CR-2 (cruce hacia Santa Cecilia hasta cerca de Birmania) se extiende inicialmente por un Bosque húmedo Tropical (bh-T) de suelos malos a moderados hasta

llegar a un Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) de buenos suelos. Existen varios parches de vegetación en regeneración (crecimiento secundario temprano, CS1) y bosques secundarios tardíos o sea, más crecidos (CS2). Estos parches de vegetación son de gran importancia para la conservación de la biodiversidad faunística de la zona. No obstante, los hábitat dominantes en este tramo son artificiales, y van desde áreas abiertas como potreros sin árboles hasta cultivos de cobertura densa como cítricos y plantaciones forestales.

El tramo CR-3 (Birmania-Cañas) es extenso y de un alto contraste de hábitat naturales e intervenidos. En este tramo dominan las áreas abiertas (Aa) como potreros u otro uso que no es bosque, CS1, CS2 y pequeños parches de bosque denso o primario (Pr), principalmente a lo largo de las quebradas y los ríos (bosque rivereño). Este bosque ribereño es aquel que permanece a los lados de quebradas y ríos propiciando condiciones diferentes para la fauna en áreas, por ejemplo, de bosque seco en la parte final del tramo en los cantones de Bagaces y Cañas. Antes, el tramo incluye lo que fueron originalmente áreas de Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) sin período seco y Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) con período seco, Bosque húmedo Premontano Tropical (bh-p ▼) de malos suelos con período seco y nuevamente Bosque húmedo Tropical (bh-T) para llegar de nuevo al ya mencionado Bosque seco Tropical (bs-T) en el cantón de Bagaces y hacia la ciudad de Cañas.

El tramo pasa por los puntos de más elevación, lo que crea un gradiente altitudinal de alto significado en cuanto a la distribución de fauna. Entra también aquí otro factor de trascendencia clave en este sentido y es la influencia de la fauna de la vertiente Caribe. Esta combinación de diferentes vertientes y diferentes altitudes produce una alta diversidad de hábitats de importancia ecológica. Debido a todo lo anterior, la fauna silvestre que actualmente habita en la zona del tramo CR-3 es fauna constituida sobre todo por especies generalistas que son menos susceptibles a las actividades antrópicas que las especies dependientes del bosque denso. No obstante, debido a los factores de influencia de diferentes vertientes y de variación en altitud ya señalados, además de la gran influencia de las tierras altas como los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles, al menos ocasionalmente se encuentran un alto número de especies, incluso especies endémicas o en peligro de extinción (ver adelante).

La fauna silvestre de esta zona es similar a la del resto de la región. Estas áreas alteradas, sobre todo las aledañas a parches boscosos, son utilizadas por especies que habitan dichos parches, al menos ocasionalmente o como rutas de paso.

El trazo está planeado entre el Parque Nacional Rincón de la Vieja y La Zona Protectora Miravalles, al lado de caminos ya existentes que unen comunidades como Birmania, Aguas Claras, Guayabal y la Fortuna de Bagaces, entre varias otras.

Históricamente, muchas especies de fauna se desplazan entre las diferentes montañas de la cordillera de Guanacaste, existiendo un paso natural entre los bosques del macizo del Volcán Rincón de la Vieja y los del Miravalles. La línea SIEPAC pasa entre estas dos áreas por lo que puede afectar rutas migratorias existentes. Claro que estos movimientos no los pueden hacer especies cuyos límites de distribución son arriba de los 550 msnm

como varios anfibios. No obstante, varias especies de aves y de murciélagos o animales terrestres de gran desplazamiento como felinos, con seguridad se mueven entre estas áreas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que ya existen barreras que afectan dichos movimientos como los son potreros, áreas de cultivo, caminos y líneas de transmisión ya en la zona. Las ASP mencionadas son un refugio indispensable para la fauna de la región. Los animales se mueven entre estas áreas y los pequeños parches boscosos existentes en la zona.

Debido a que ya existen caminos en la zona del tramo CR-3, la nueva línea no será la causante de fragmentación en sí. El recorrido y observaciones en este tramo mostraron que solo pocos puntos presentan una buena conectividad del bosque como al nivel del sitio ubicado en coordenadas Lambert Costa Rica Norte 408 670,15 – 314 553,83 a más de 500 msnm, con buena cobertura boscosa, sobre todo la vegetación relacionada a quebrada La Chepa. No obstante, se debe insistir que la conectividad no es completa debido al camino vecinal existente. Por otro lado, las nuevas torres pueden proveer de perchas a las aves de presa, un componente de la fauna que ha sido muy afectado en el país en general. Otros hábitat observados en el tramo CR-3 incluyen áreas de cultivo, como cítricos, pejiballe y café (que caen dentro del tipo de hábitat se ha denominado Aa), plantaciones forestales (PF), principalmente teca (*Tectona grandis*), que en términos de uso de hábitat en general actúan como un CS2.

Al igual que en los tramos anteriores, es fácil observar aquí gran variedad de aves, incluso varias especies asociadas a bosques, lagartijas como las chirbalas, otros reptiles, anfibios como varias ranas que se reproducen en los charcos a la orilla de los caminos y mamíferos de tamaño pequeño y medio como ardillas, zorros pelones y armadillos (ver Anexo 4). Cuando llueve se puede observar anfibios en charcos al lado de la carretera como sapos *Bufo* spp. (ver Anexo 4). Aparentemente, la línea SIEPAC no afectaría a especies como estas y al proveer sitios de percha para aves rapaces puede contribuir a un mejor equilibrio ecológico de la zona.

Se podría pensar que esto afectaría a los micromamíferos, sin embargo, la mayoría de especies de mamíferos pequeños tienen un alto potencial reproductivo y son las presas fundamentales de muchos depredadores, varios de los cuales están en peligro de extinción o tienen poblaciones reducidas.

La herpetofauna cuenta con un alto número de especies endémicas en Costa Rica. Este punto fue tomado en cuenta cuando se evaluó el hábitat en el campo, concluyéndose que es poco probable que el impacto de la línea incremente la situación de pérdida o modificación de hábitat que ya existe para estas especies.

El tramo CR-4, que se extiende desde el Río Lagarto hasta el Río Tárcoles, es muy pobre en cuanto a vegetación y hacia la costa sólo está Tivives como área de refugio importante para especies migratorias. Hay algunos parches de CS2 y pequeños parches de Pr (ver mapa 14). La fauna silvestre de esta zona es similar a la del resto de la región la cual es dominada, tal y como se señaló antes, por especies generalistas que son menos susceptibles a las actividades antrópicas que las especies dependientes del bosque denso. Hay que señalar que estas áreas alteradas, sobre todo aledañas a parches

boscosos, son utilizadas por especies que habitan dichos parches, al menos ocasionalmente o como rutas de paso.

El tramo CR-5 es delicado desde el punto de vista de los hábitats existentes en la región, pues pasa por un “complejo” de varias áreas protegidas, estatales o privadas. El trazo está planeado entre el Parque Nacional Carara y la reserva Fernando Castro Cervantes, por o al lado de un camino ya existente que une comunidades como La Laguna, Surtubal, El Sur y Bijagual (ver mapa 14). Se debe tomar en cuenta que este complejo de áreas protegidas es un gran parche de Pr, un bosque casi continuo y único en el Pacífico Central. Relativamente cerca de ahí está el recién creado Parque Nacional La Cangreja y existen intenciones de crear un corredor biológico entre los cerros de Turrubares y la Cangreja. Este tipo de acciones es fundamental en una región como el Pacífico Central cuyos hábitats originales han sido muy deteriorados. Las ASP mencionadas son un refugio indispensable para la fauna de la región que se mueven entre estas áreas y además utilizan los pequeños parches boscosos remanentes en la zona. Uno de los mejores ejemplos lo constituye la lapa roja (*Ara macao*), una especie emblemática en la región.

Debido a que ya existen caminos en la zona del tramo CR-5, la nueva línea no será la causante de fragmentación en sí. En el campo se observó que en este tramo solo pocos puntos presentan una buena conectividad del bosque. No obstante, se debe insistir que la conectividad no es completa debido al camino vecinal existente. Por otro lado, al igual que en otros puntos, las nuevas torres pueden proveer de perchas a las aves de presa, un componente de la fauna que ha sido muy afectado no solo en la región si no en el país en general como ya se apuntó. Otros hábitats observados en el tramo CR-5 incluyen áreas de cultivo (tipo de hábitat = Aa) y plantaciones forestales (PF). Siguiendo hacia el sur, este tramo podría cortar algunos pequeños parches de bosque primario y secundario lo cual aumentaría la fragmentación de un área ya altamente fragmentada y deteriorada y sin muchos sitios para conservación como ya se señaló. De hecho, después de Carara el hábitat original de bosque ha sido prácticamente devastado.

El tramo CR-6 en una región de bosque muy fragmentado, pero de una aparente buena cobertura boscosa desde el punto de vista del hábitat para la vida silvestre. Este tramo cortaría varios parches boscosos lo que producirá un aumento en la fragmentación. Algunas de estos cortes se podrían evitar si se varía ligeramente el trazo de la línea o, por otro lado, se podrían tomar medidas compensatorias como favorecer la regeneración y protección del bosque en áreas aledañas. Dominan, sin embargo, el hábitat de Aa, que es lo característico del trazado, tales como cultivos, potreros, CS1, CS2 y, como ya se apuntó, pequeños parches de Pr.

En el tramo CR-7 dominan los hábitats mencionados en el tramo anterior. No obstante, este es diferente al anterior pues existen parches boscosos más grandes y algunas áreas protegidas tales como Transilvania, Finca Barú y Rancho La Merced, en las tierras bajas hacia la costa (ver mapa 14). Sin embargo, existe muy poca vegetación boscosa hacia la fila, aunque hacia el norte está la Reserva Forestal Los Santos. Esta serie de parches boscosos favorece la existencia de una fauna variada en la región pero que es dominada en las áreas afuera de estas ASP, por fauna típica de bosque alterado o áreas abiertas. Al igual que en los tramos anteriores, es fácil observar aquí gran variedad de aves, incluso

varias especies asociadas a bosques, lagartijas como las chisbalas, otros reptiles, anfibios como varias ranas que se reproducen en los charcos a la orilla de los caminos y mamíferos de tamaño pequeño y medio como ardillas, zorros pelones y armadillos (ver Anexo 4).

La primera parte del tramo CR-8 tiene muy poco bosque. Llegando a Palmar Norte el trazo corta un parche de bosque que se puede evitar pasando un poco al sur. A pesar de la alteración del hábitat (dominan Aa y CS1) y a la gran cantidad de productos de las actividades humanas como caminos, edificios y líneas eléctricas entre otros, es fácil observar gran variedad de fauna. En condiciones adecuadas se puede observar incluso anfibios en charcos al lado de la carretera incluyendo especies llamativas como la rana calzonuda y el sapito túngara (ver Anexo 4). Aparentemente, la línea de la EPR no afectaría a especies como éstas y al proveer sitios de percha para aves rapaces puede contribuir a un mejor equilibrio ecológico de la zona. Este factor, y el hecho que las especies de mamíferos pequeños tienen un alto potencial biótico pueden contribuir a salvar a varias aves de presa del peligro de extinción.

El Tramo CR-9 tiene áreas críticas hacia la costa, tales como los humedales Terraba-Sierpe, la reserva forestal Golfo Dulce y el Parque Nacional Piedras Blancas (ver mapa 15). Existe buena cobertura boscosa (Pr) y el trazo corta algunos parches ubicados hacia la fila. No obstante, no parece haber alternativa en la ubicación del tendido ya que el espacio que hay entre las ASP mencionadas y la fila es la carretera Interamericana y los poblados existentes a lo largo de esta vía. El impacto de la línea para especies terrestres posiblemente sería menor que el que de por sí ya causa la carretera.

A primera vista en el tramo CR-10 de la línea parece afectar fuertemente al vegetación de la fila de Cal. Esta es un área crítica desde el punto de vista del hábitat de la fauna silvestre. La vegetación de la zona es importante en el mantenimiento de la conectividad ecológica entre la fila costera y la cordillera de Talamanca. No obstante, en el campo se comprueba que los puntos vértices del trazado son áreas alteradas. Con el cuidado adecuado se puede minimizar fuertemente los impactos de la construcción y el tendido de los cables. Quizá la topografía del terreno permita, una alteración menor de los parches boscosos que están en mejores condiciones. Es posible, incluso, no cortar la vegetación por debajo de los cables tal y como se hace normalmente en los casos de tendidos eléctricos.

La avifauna y la herpetofauna cuentan, especialmente en los cantones de Coto Brus y Corredores, con varias especies endémicas de Costa Rica y un alto número de especies endémicas de Costa Rica y el extremo occidental de Panamá. Este punto fue tomado en cuenta cuando se evaluó el hábitat en el campo, concluyéndose que es poco probable que el impacto de la línea incremente la situación de pérdida o modificación de hábitat que ya existe para estas especies, pues dominan aquí también los Aa, CS1y CS2 (ver mapa 14).

B.1.6.2. Catálogo general de las especies presentes en cada hábitat

Es una gran cantidad de especies de fauna las que se encuentran habitando la zona del proyecto SIEPAC. El número de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que potencialmente habita la zona de la ruta de paso de este tendido eléctrico es tan extenso que puede llegar a casi el 50 % de las especies de algunos grupos de vertebrados que existen en el país (ver Anexo 4).

En el apartado anterior se describieron las condiciones del hábitat en cada sector o tramo del proyecto así como los parches de bosque primario o secundario avanzado que permanecen. En este apartado se describe la fauna a nivel de grupos o especies particulares, potencialmente presente en cada región. Este análisis depara un número de especies que se agrupan en las siguientes categorías o áreas de interés: especies endémicas, especies amenazadas o en peligro de extinción, zonas de anidación y zonas de migración.

Debe tenerse en cuenta que el hábitat más importante para la fauna original de la región del tendido es el Pr, el cual es el menos abundante en todo el trazo. Asimismo, en las partes por donde está planeado el paso del tendido eléctrico la fauna que domina es aquella asociada a áreas alteradas (Aa, CS1, CS2). Incluso, alguna de la fauna encontrada en esos puntos depende para su supervivencia de los parches de Pr aledaños, principalmente los grandes como Carara.

La fauna con mayor probabilidades de existir en el tramo CR-1 (desde la frontera con Nicaragua hasta el cruce hacia Santa Cecilia), es aquella dominada por las formas asociadas al Bosque seco Tropical (bs-T) pero típica de Aa. Algunas especies, especialmente roedores pequeños y sus depredadores como serpientes y gavilanes se ven favorecidos en la actualidad de los parches de bosque en recuperación (charrales y tacotales) que existen en varios puntos de la región, denominados CS1 en el Anexo 4. Ese mismo Anexo contiene la lista de fauna potencialmente esperada no solo en el tramo CR-1 si no en el resto de los tramos del proyecto según se indica.

En los tramos CR-2 y CR-3 la fauna presente es similar en cuanto a la dominancia de especies de áreas abiertas. Sin embargo, ya desde que se pasa por detrás del cerro del Hacha y siguiendo hacia Santa Cecilia (pasando por ejemplo por parches boscosos ribereños como en el Río Sábalo) se nota un aumento de especies, debido a la aparición de especies de afinidad con los bosques lluviosos del Caribe. Algunos de estas se asocian con Aa también, pero otras dependen de remanentes boscosos de la región (lado Caribe).

La lista que se presenta en el Anexo 4 aunque no es exhaustiva, es amplia para todos los grupos de vertebrados terrestres presentes en la región. Esto es debido a que las condiciones del hábitat principalmente de los tramos CR-2 y CR-3 y la influencia de la fauna de los cerros y del Caribe, muchas especies pueden aparecer en la zona al menos transitoriamente. Solo se ha dejado por fuera aquellas especies que definitivamente se

sabe que no habitan en la región, aquellas cuya distribución altitudinal está por encima de los 600 msnm o aquellas muy raras, escasas o con poblaciones muy reducidas o en peligro de extinción (ver además los Anexos 4 y 6). Lo mismo es cierto para el área de Carara (Tramo CR-5) y el pacífico sur del país (Tramos CR-6 a CR-10).

Del tramo CR-5 al CR-10 la fauna presente es similar en cuanto a la dominancia de especies de áreas abiertas, pero con apariciones, al menos ocasionales, de especies faunísticas de las áreas boscosas mayores de la región. Como resultado, mucha de la fauna reportada para el Parque Nacional Carara y El Parque Nacional Manuel Antonio, situado al oeste del tramo CR-6, pueden ser encontrados en las áreas del trazado de la línea, al menos de forma transitoria.

En cuanto a áreas de anidación, la mayoría de anfibios se reproducen en agua pero de maneras variadas dependiendo del grupo taxonómico. Estas áreas de reproducción son localizadas, por ejemplo: los centrolénidos se reproducen en vegetación sobre quebradas de agua rápida. Algunos hílidos se reproducen en vegetación que está sobre aguas estancadas o pozas. Los leptodactílicos se reproducen en nidos de espuma que ellos construyen en charcos, incluso aquellos que se forman a la orilla de caminos y carreteras. Los dendrobátidos ovopositan en cuerpos de agua pequeños y cuando eclosionan los renacuajos, los adultos los cargan en sus espaldas hasta bromelias u otras plantas con reservorios de agua para su desarrollo. Así que los dendrobátidos dependen de áreas boscosas con epífitas apropiadas para su reproducción.

El efecto negativo de la obra sobre los diferentes grupos depende de lo que la obra afecte particularmente en cada punto, ya sea charcos, árboles u otros, dependiendo de la biología reproductiva de cada grupo particular. Así que aquella vegetación que se corte en dichos sitios tendrá el mismo efecto directo sobre este grupo. Sin embargo, estos sitios son puntuales a todo lo largo de la línea de transmisión y no se puede hablar de ningún área crítica específica en particular. De hecho, como ya se mencionó, en casi todo el trazo, las actividades antrópicas han producido sitios artificiales de anidación como charcas a los lados de carreteras y caminos. Es perfectamente factible la no alteración de sitios claves particulares como los antes mencionados si las torres se colocan fuera de estos puntos y se deja la vegetación debajo de los cables y sobre todo si se protege la vegetación riverina existente.

Los reptiles ponen huevos en el suelo, la arena o en musgo y troncos de árboles y algunos son vivíparos. Algunas especies anidan comunalmente o al menos en forma gregaria, como las tortugas marinas y las iguanas. El proyecto no tiene ninguna influencia sobre el primer grupo pues las tortugas marinas se reproducen en la costa. En el caso de las iguanas habría que ver si, principalmente en la zona de Guanacaste, existiera alguno de estos sitios de anidación en el paso de la línea. No obstante, estos sitios están localizados en áreas abiertas de suelos arenosos. Su reproducción se da entre febrero y abril, por lo que si se detectara un área crítica en este sentido, se podría trabajar en la zona en las épocas distintas a las de reproducción. No obstante, en el trabajo de campo no se observó ninguna situación como la expuesta, habiéndose visitado el lugar en época de reproducción de iguanas. Además, en el caso específico de la iguana verde, su puesta de huevos, así como su existencia en sí, se da sobre todo en áreas cercanas a cuerpos de agua.

Muchas especies de aves son residentes en la zona de la ruta de paso de la línea. De estas, varias anidan en los árboles y varias en el suelo así como en vegetación baja. Al ser este un número elevado de especies, existen especies en reproducción en cualquier época de año.

La remoción de vegetación y otros trabajos de construcción sin duda afectaran a las aves (individuos particulares). Sin embargo, la gran mayoría de las aves en el trayecto de la línea SIEPAC son de hábitats alterados y generalmente comunes, abundantes y de amplia distribución, por lo que la pérdida de los nidos no tendrá un efecto mayor en sus poblaciones. De hecho, muchas aves que pierden sus nidos vuelven a anidar en la misma época reproductiva. La lista de especies en peligro de extinción (ver Anexo 6) y las especies de bosque primario ofrecen las pautas para saber cuales especies hay que considerar especialmente a la hora de ejecutar los trabajos.

Los mamíferos son vivíparos y la mayoría son tímidos y de hábitos huidizos, especialmente en época reproductiva. No obstante, varias especies pueden encontrarse en guaridas de reproducción a todo lo largo del trazado del proyecto. Varias especies de micro mamíferos anidan en la vegetación, otros en el suelo entre raíces u hojarasca y sus madrigueras pueden ser destruidas durante la obra. Para la mayoría de estas especies, la pérdida de una camada no es grave ya que estos tienen potenciales reproductivos muy altos por lo que fácilmente se recuperan. Para mamíferos de tamaño medio tipo zorros, armadillos o conejos, si se localizan sus madrigueras durante la construcción, sus camadas pueden ser protegidas o reubicadas. Otros grupos como los felinos se ocultan más para reproducirse por lo que es muy difícil encontrar camadas en el área del trazado que pasa en su mayor extensión por áreas fragmentadas. En caso de encontrarse alguna camada, esta puede ser protegida o reubicada. Los mamíferos grandes como venados y dantas no tienen un sitio particular de reproducción ya que a las pocas horas o días de nacida, la cría se desplaza con la madre.

La distribución de muchas especies en peligro de extinción incluyen las áreas del proyecto. Sin embargo, no se puede focalizar en ninguna especie o área en particular en el trazado. Así por ejemplo, aves en peligro de extinción como gongolonas, pavas y pajuilas, son comunes en las áreas de interés. Aves voladoras fuertes como gavilanes y loras son encontradas en todo el trazo de la línea SIEPAC. En la región del tramo CR-3 existen movimientos estacionales altitudinales de varias especies, especialmente aves. Estos desplazamientos son amplios y no restringidos a puntos particulares. En la región de Carara es común los movimientos diarios de las lapas rojas pero estos desplazamientos también son amplios y no restringidos a un punto en particular.

Las especies que son menos probable de encontrar en el trazo del proyecto son aquellas de bosque propiamente dicho, como bucos, trogones, trepadores, cotingas y tangaras (de las que están declaradas en peligro de extinción o amenazadas). Aunque hay algunos roedores pequeños, la mayoría de mamíferos en peligro de extinción o amenazados son de tamaño mediano o grande como perezosos, monos y felinos, fácilmente localizables si se encuentran en el área del proyecto por lo que se pueden tomar las medidas de protección pertinentes. El paso entre los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles es un

sitio de mucho potencial para estas especies por lo que se debe tener cautela con el proyecto en todas sus fases.

No existe ninguna especie de una distribución particular que sea directamente afectada por el proyecto. Lo mismo se puede afirmar de la herpetofauna amenazada o en peligro de extinción ya que no hay ninguna especie en puntos particulares que puedan ser señalados como críticos.

Es importante señalar que tanto para individuos en reproducción o aquellos que no lo estén, los caminos nuevos de acceso a áreas boscosas, hasta ese momento de difícil acceso, facilitarían el acceso de cazadores o de personas que se dedican a capturar fauna para mascotas o comercio. Es indispensable contar con medidas de vigilancia y de respeto ambiental para evitar este tipo de acciones. También es importante que los trabajadores, tanto en la fase de construcción como en la de operación, mantengan normas apropiadas de respeto hacia la vida silvestre.

El Anexo 6 contiene una lista de especies de fauna de Costa Rica contenidos en los apéndices de CITES. En dicha lista se señalan los tramos del proyecto donde existen probabilidades de detectar esas especies.

Hay varias especies de aves que son endémicas de Costa Rica y Panamá pero solo siete especies son exclusivas de Costa Rica. De estas, tres especies se encuentran únicamente en la Isla del Coco. De las otras cuatro especies, solo el colibrí *Elvira cupreiceps* se encuentra dentro del trazo del proyecto (en el tramo CR-3). Esta especie habita en bosques primarios o densos aunque a veces utilizan los bordes y potreros arbolados de zonas altas.

El punto más alto del trazado de SIEPAC está a aproximadamente 600 msnm pero en una zona muy alterada. En el sitio ubicado en coordenadas Lambert Costa Rica Norte 408 670,15 – 314 553,83 se llega a una altura de más de 500 msnm y es un área de buena cobertura boscosa, sobre todo la vegetación relacionada a quebrada La Chepa. Aunque el colibrí mencionado baja hasta los 300 msnm, se reproduce entre los 700 y los 1 500 msnm y se encuentra en todo el sector montañoso del Caribe del país.

En Costa Rica solo existen cinco especies de mamíferos endémicos y todos son roedores. De estos, dos especies se encuentran distribuidas en áreas de influencia del proyecto. La taltuza de Cherrie (*Orthogeomys cherreii*) se encuentra en el tramo CR-3 y la taltuza de Underwood (*Orthogeomys underwoodii*) se encuentra en la región que cubren, aproximadamente los tramos CR-5, CR-6, CR-7 y CR-8 del proyecto. Estas especies, al igual que las otras especies de taltuzas del país, cuentan con la particularidad de adaptarse fácilmente a áreas alteradas, especialmente áreas de cultivo. De hecho, las taltuzas son plaga en varias regiones del país, de aquí que es difícil pensar que puedan ser afectadas por el proyecto. Al contrario, en algunos sitios es posible que el proyecto favorezca a estas especies, proporcionando áreas abiertas donde estas especies puedan desarrollar sus actividades.

Es importante tomar en cuenta al ratón cosechero *Reithrodontomys paradoxus* que se encuentra distribuido solamente en el extremo suroeste de Nicaragua y al noroeste de

Costa Rica, en los tramos más al norte del trazo (1-3). Este ratón se conoce de solamente pocos individuos colectados en bosques deciduos. Se debe proceder con cautela para no afectar a esta especie.

Existen 18 especies de reptiles endémicos de Costa Rica. No obstante, es posible que algunas de estas especies se encuentren también en Panamá. De las 18 especies de reptiles endémicos, seis están distribuidos en áreas donde es posible que haya una influencia directa del proyecto, según se puede apreciar en el cuadro B.1.5.

Cuadro B.1.5. Especies de Reptiles Endémicos de Costa Rica que Podrían Ser Encontrados en la Ruta del Proyecto SIEPAC.

Especie	Nombre común	Tramo
<i>Celestus hylaius</i>	Lagartija	3
<i>Geophis ruthveni</i>	Culebra de tierra	3
<i>Lepidophyma reticulatum</i>	Lagartija de noche	5-10
<i>Neusticurus apodemus</i>	Lagartija	7-9
<i>Geophis downsi</i>	Culebra de tierra	10
<i>Norops altae</i>	Gallego	10

Las especies indicadas para el tramo CR-3 son raras y se conoce poco de su biología. Se ha informado que la lagartija *Celestus hylaius* puede ser arborícola por lo que el proyecto afectará a esta especie cuando se afecte directamente zonas boscosas, las cuales son pocas. En el caso de *Geophis ruthveni*, es una serpiente muy pequeña que se encuentra debajo de rocas y escombros en el bosque. Es común encontrar culebras del género *Geophis* bajo troncos de áreas alteradas e incluso semiurbanas. Cada individuo hallado de *Geophis ruthveni* durante las labores relacionadas al proyecto debe ser reubicado en un área adyacente que no esté afectada por el proyecto. *Geophis downsi* es de hábitos similares y solo se conoce de Las Cruces, Puntarenas (zona premontana). Aunque esta especie es rara, es posible que se encuentre en la zona de influencia del proyecto en su tramo final.

Las otras tres lagartijas de la lista no son raras incluso *Lepidophyma reticulatum*, podría ser favorecida con ciertas acciones o actividades humanas. Por ejemplo, una especie muy similar, *Lepidophyma flavimaculatum* que habita en el Caribe de Costa Rica, es mucho más abundante en las bananeras que en el bosque, incluso que en áreas protegidas como la Estación Biológica Finca la Selva o el Parque Nacional Tortuguero.

Los anfibios son un grupo indicador importante ya que muchas especies son muy sensibles a las perturbaciones del hábitat. Muchas especies de anfibios alrededor del mundo han sufrido tremendas bajas poblacionales debido a múltiples factores. La clase Amphibia es el grupo de vertebrados terrestres que cuenta con el número más alto de especies endémicas en Costa Rica. Hay 42 o 43 especies de anfibios endémicos de Costa Rica. Algunas de estas especies se cree que pueden existir también en las tierras adyacentes a su distribución en Panamá. Pero esto no resta importancia en su conservación ya que su distribución total sigue siendo muy restringida (uno de los criterios utilizados en la Biología de la Conservación para determinar la vulnerabilidad que cada

especie tiene a la extinción). Diez especies de anfibios endémicos de Costa Rica se encuentran en el área de influencia directa del proyecto, según se indica en el cuadro B.1.6.

Cuadro B.1.6. Especies de Anfibios Endémicos de Costa Rica que Podrían Ser Encontrados en la Ruta del Proyecto SIEPAC.

Especie	Nombre Común	Tramo
<i>Bolitoglossa alvaradoi</i>	Salamandra	2, 3
<i>Oedipina pseudouniformis</i>	Salamandra	3
<i>Bufo melanochlorus</i>	Sapo	2,3
<i>Eleutherodactylus andi</i>	Sapito de montaña	3
<i>Duellmanohyla rufioculis</i>	Rana de árbol	3
<i>Oedipina savagei</i>	Salamandra	10
<i>Eleutherodactylus underwoodi</i>	Sapito de montaña	6-10
<i>Phyllobates vittatus</i>	Rana vercosa	7-10

Algunas de estas especies han sido observadas en muy raras ocasiones. Se puede deducir que aún menos se sabe de su estado poblacional y otros aspectos ecológicos básicos. Por lo tanto, es difícil prever impactos de la obra en cuestión sobre las mismas. Posiblemente ninguna de estas especies se ha adaptado al bosque alterado o a las áreas abiertas por lo que la existencia de la línea del proyecto SIEPAC en áreas alteradas no va a afectarlas. *Bufo melanochlorus* es de más amplia distribución que las otras especies en el cuadro B.1.6 y generalmente es común en hábitat adecuados (bosque densos). El sitio antes mencionado ubicado en coordenadas Lambert Costa Rica Norte 408 670,15 – 314 553,83 a una altura de más de 500 msnm es un área de buena cobertura boscosa en donde este *Bufo* puede existir. Lo mismo se puede pensar de *Eleutherodactylus andi* y de *Duellmanohyla rufioculis* cuyos ámbitos de distribución altitudinal conocidos están más arriba que los puntos por donde está el trazado de la línea (1 000 a 1 200 msnm y 680 a 1 524 msnm respectivamente).

Relacionado a lo anterior, vale la pena mencionar a dos especies adicionales endémicas para Costa Rica, las salamandras *Bolitoglossa subpalmata* y *Nototriton guanacaste*. La primera habita entre 1 245 y 2 900 msnm por lo que no está dentro del ámbito altitudinal donde estará la línea SIEPAC. Esta especie era muy común en algunas áreas altas del país pero poco a poco ha ido desapareciendo por lo que se debe tener cuidado con cualquier población existente. Por otro lado *Nototriton guanacaste* habita únicamente en los cerros de Orosi y Cacao entre los 1 400 y los 1 580 msnm. Esta especie es muy poco conocida y su distribución altitudinal podría ser diferente.

El hábitat que atraviesa la línea en los tramos CR-6 a CR-10, como antes se indicó, está sumamente fraccionado. *Oedipina savagei* es una salamandra muy escasa restringida a la región del tramo CR-10 y las otras especies del cuadro B.1.6 se encuentran también en esta región. *Bufo melanochlorus* y *Phyllobates vittatus* son de más amplia distribución y generalmente comunes en hábitats adecuados (bosque denso), especialmente la primera especie según se indicó. La segunda está restringida al bosque denso o poco alterado.

De acuerdo con los comentarios anteriores, el tramo CR-10 era, potencialmente, un área clave para estos anfibios. No obstante, durante la visita a la zona se determinó una situación prácticamente similar a la de los otros tramos. Desde las comunidades de Caracol y Caracol Norte hasta Los Planes, en la frontera con Panamá y pasando por lugares como Bajo los Indios solamente un tramo relativamente pequeño en la Fila de Cal se sale del patrón general. La cobertura del bosque en dichos sitio es adecuada ya que no ha sido intervenida, al menos en forma notoria. Esto se debe, posiblemente, a la difícil topografía de la zona. La fragmentación y alteración de hábitat, presentes en los otros tramos del proyecto, es notoria también en el tramo CR-10.

Debido al estado actual del hábitat de la mayor parte del trazado del proyecto y a la historia natural de las especies, no existe ninguna ruta particular conocida de migración de anfibios, reptiles o mamíferos terrestres que vaya a ser interrumpida. No obstante, existen algunas zonas de movimientos estacionales o diarios de algunas especies de vertebrados voladores en el trazado del proyecto, tales como aves como se explica en la sección 2.6.4. De igual manera, es posible que existan algunas zonas de migración de movimientos estacionales o diarios adicionales. La ruta pasa por un paso de montaña desde el lado Caribe hasta el lado Pacífico (desde Cuatro Bocas hasta Guayabo de Bagaces). Este paso corta la ruta de movimiento entre los Volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles, tal y como lo hace el camino actual que une estas comunidades. Tanto mamíferos terrestres de tamaño medio y grande, así como aves y murciélagos, con mucha probabilidad se desplazan entre estas áreas. Así que se debe tratar de aminorar el impacto de la obra en lo más posible. Sin embargo, de hecho estas rutas ya tienen obstáculos ya que hay caminos y tendidos eléctricos en la zona.

En cuanto a los murciélagos, es probable que varias especies tengan migraciones altitudinales estacionales y de hecho muchos murciélagos tienen amplios movimientos de desplazamiento para alimentarse u otras actividades. Este grupo de animales posee un eficiente sistema de ecolocación y además son nocturnos por lo que es posible que sean poco afectados por la obra en su etapa de construcción u operación. Aunque se han reportado accidentes, en general no existe información científica publicada en revistas reconocidas que muestre que las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión afecten a los murciélagos.

Hacia la costa, de los tramos CR-6 a CR-10, existen áreas boscosas de posible importancia como refugios estacionales o diarios para especies de amplios movimientos (incluidos migratorios) tales como la lapa roja. Así, es posible que algunas de estas especies se desplacen desde estas áreas hacia las montañas hacia el norte o este (Fila Costeña y Talamanca), por lo que la nueva línea quedaría en medio de esas rutas. Sin embargo, de hecho estas rutas ya tienen obstáculos. En muchos tramos, a lo largo de la carretera interamericana o de la carretera costanera existen tendidos eléctricos que potencialmente estarían teniendo un efecto algo similar al que tendría el nuevo tendido.

B.1.6.3. Definición de corredores ecológicos

Un aspecto de gran relevancia en proyectos como este, es el de los corredores biológicos. Existen varias iniciativas de corredores biológicos en el país, ya sean locales o regionales de mayor amplitud. Quizá el proyecto más ambicioso en este sentido es el corredor biológico Mesoamericano que pretende conectar una gran cantidad de áreas protegidas y remanentes boscosos en toda Mesoamérica. Sin embargo, para lograr esto se debe restaurar y proteger gran cantidad de tierras ya afectadas por la deforestación en la región.

En el Área de Conservación Guanacaste se estableció el corredor entre el Cerro Cacao y el Parque Nacional Rincón de la Vieja. En este corredor existen varias áreas cuya regeneración es muy difícil debido a, por ejemplo, la existencia de pastos introducidos de difícil erradicación. Sería ideal que exista un corredor biológico o corredor de hábitat que conecte a todos los remanentes de bosque de las partes altas de la cordillera de Guanacaste. Varios de estos bosques ya están protegidos pues son parques nacionales (por ley todos los volcanes son parques nacionales) pero no todos están unidos. Cualquier propuesta sobre el establecimiento de un Corredor Biológico que permita la unión de áreas silvestres protegidas tiene como fin asegurar la perpetuidad de estas.

El uso potencial del corredor biológico entre Rincón de la Vieja y Miravalles u otro que conecte otras montañas de Guanacaste es diferente por parte de los diferentes grupos faunísticos. En el caso de los mamíferos, los corredores podrían convertirse en parte importante de la solución para mantener poblaciones viables de especies que tienen estrecha relación con la vegetación natural. En este sentido se podría ayudar a recuperar las poblaciones de especies como la danta (*Tapirus bairdii*) y los chanchos de monte (Tayassuidae, Anexo 4) y a un mejor desplazamiento de los felinos. La alta cantidad de especies que viven en las montañas de Guanacaste catalogadas como en peligro de extinción o con poblaciones amenazadas, acentúan la importancia de desarrollar un Corredor Biológico como un mecanismo de conservación de estas especies.

La Evaluación Ecológica Rápida realizada del Corredor Biológico del Paso de la Danta (CBPD) lo describe como parte de una iniciativa regional cuyo objetivo principal es conectar las áreas silvestres protegidas mediante la conservación y el reestablecimiento de la conectividad entre los fragmentos de bosque remanente, a través del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). El área propuesta para el CBPD se encuentra localizada a lo largo de la Fila Costeña y la Fila Tinamastes, en la región centro-sur de la Vertiente Pacífica de Costa Rica. Limita al norte con el río División-Savegre, extendiéndose hacia el sur hasta los alrededores de Boca Coronado en la desembocadura el río Grande de Térraba.

El CBPD tiene como fin restablecer una ruta de comunicación para la flora y fauna entre los bosques de la Península de Osa y la cuenca del Golfo Dulce, con los de la Reserva Forestal de los Santos en la Cordillera de Talamanca, así como proteger las cuencas hidrográficas, la zona costera y la calidad del paisaje de la región. El CBPD presenta un ámbito altitudinal desde 0 hasta los 1 100 msnm. La franja costera que incluye el CBPD, en general, muy alterada, está dominada por un paisaje agrícola y urbano, donde las

comunidades naturales más extensas son los manglares y unos pocos residuos de bosque ribereño.

A alturas bajas y medias, la vegetación está dominada por bosques secundarios, bosques primarios intervenidos, potreros y terrenos de cultivo. La mayoría de las llanuras costeras fueron alteradas eliminando parte de la vegetación de manglar con el fin de desarrollar arrozales. Los fragmentos de bosque primario o poco intervenido se encuentran en las partes más altas de las filas y hacia el sureste del Corredor, en los alrededores de las cabeceras de los ríos Hatillo Viejo, Hatillo Nuevo, Tortuga y Coronado, entre otros (ver mapa 15).

La Vertiente Pacífica, especialmente en altitudes bajas y medias, ha sido una de las áreas más temprana y fuertemente alteradas por la actividad humana en Costa Rica. Como consecuencia de ello, las principales áreas boscosas que aún permanecen en la región se encuentran muy fragmentadas y considerablemente aisladas. Apuntan los autores del informe que en la región central y sur de esta Vertiente, esta situación se evidencia con los Parques Nacionales Corcovado y Manuel Antonio; además, de la Reserva Forestal Los Santos y Las Zona Protectora Cerro Nara. La propuesta sobre el establecimiento de un Corredor Biológico que permita la unión de estas áreas silvestres tiene como fin asegurar la adecuada y efectiva conservación de las mismas.

Otro aspecto de especial interés lo constituye la ubicación geográfica de dicha propuesta, ya que cubre una amplia zona con numerosos relictos de bosque natural como lo es la Fila Costeña, región que se encuentra fuera del actual sistema nacional de áreas protegidas y que ha sido identificada como una de las regiones prioritarias para fomentar y ejecutar acciones de conservación privada.

Un rasgo importante es la escorrentía durante el invierno que afecta negativamente el estado del sistema, sobre todo por el aporte de sedimentos y de caudales elevados. A su vez, la fragilidad del ribereño afecta a la fauna que allí se refugia. Las recomendaciones se dirigen hacia la protección de las cabeceras y sus cuencas y hacia el manejo del ciclo hidrológico, evitando modificaciones que aumenten la escorrentía y la sedimentación. Esto se traduce en ampliar la franja de vegetación alrededor de los ríos por lo menos al mínimo que estipula la ley (50 m), lo cual favorecería también a la fauna que la utiliza y a los recursos costeros del Parque Marino Ballena.

El uso potencial del CBPD es distinto por parte de los diferentes grupos faunísticos. Así, por ejemplo, los anfibios utilizarían más el movimiento horizontal, mientras que los reptiles podrían hacer uso vertical y horizontal del mismo según señalan los autores del informe mencionado. La presencia de la matabuey o cascabela muda (*Lachesis melanocephala*) en Tinamastes, y los informes de su presencia en diferentes puntos del corredor, indican que en la zona aún hay bosques primarios poco intervenidos. Lo anterior se puede afirmar debido a que esta serpiente vive exclusivamente en este tipo de bosque.

En el caso de los mamíferos, el CBPD podría convertirse en la solución para mantener poblaciones viables de especies de bosques primarios. En este sentido el EER en cuestión, menciona al mono tití (*Saimiri oerstedii*), aunque en realidad esta especie no es tan dependiente del bosque primario. Además, menciona que el corredor permitiría

recuperar aquellas especies que ya no son comunes en la zona, como la danta (*Tapirus bairdii*) y el oso caballo (*Mirmecophaga tridactyla*), aspecto que, debido a la historia natural de estas dos especies, sería muy difícil de lograr. La gran cantidad de especies que viven dentro de la zona propuesta para el corredor catalogadas como en peligro de extinción o con poblaciones amenazadas, sumados a las especies endémicas de la región, acentúan la importancia de desarrollar el Corredor Biológico Paso de la Danta como un mecanismo de conservación de estas especies.

Parte importante de la estrategia del corredor sería la eliminación paulatina de la fragmentación del hábitat tratando de incrementar la conectividad entre los remanentes de bosque de la región y proteger los hábitats de las especies amenazadas.

El proyecto SIEPAC no es incompatible con estos objetivos si no que, al contrario, puede ayudar a fomentarlos. Para ello es necesario que el trazo siga rutas paralelas y contiguas a caminos o tendidos eléctricos ya existentes para no desfavorecer la conectividad.

El trazado del Proyecto SIEPAC atraviesa esta zona y constituiría un elemento más de interrupción a la posible conectividad del corredor. No obstante, hay que tomar en cuenta que toda esta zona cuenta ya con una infraestructura de desarrollo como caminos, carreteras y líneas de transmisión eléctrica entre otros. Si bien es cierto que la infraestructura existente no es la más adecuada ni fue construida con lineamientos de ordenamiento territorial es muy amplia y de alto impacto sobre la fauna silvestre y su hábitat. Esta fragmentación ya existente es prácticamente imposible de revertir. Es difícil pensar que obras adicionales cambien drásticamente esta situación.

Hacia el sur del CBPD, el lograr una conexión de los remanentes boscosos de las tierras bajas con los de Talamanca por medio de corredores tal y como lo ha propuesto MINAE (ver mapa 15), es prácticamente imposible. Se puede afirmar esto debido a los factores ya apuntados como el deterioro general del hábitat y la existencia de infraestructura en las áreas propuestas. Esto debido al hecho de que un corredor biológico es, por definición, un corredor de hábitat, o sea una franja de hábitat igual al de los parches que dicho corredor pretende conectar. De esta forma, las especies son capaces de comunicarse entre parches de hábitat. Este hábitat original de conexión ya no existe en esta parte particular de los últimos tramos del proyecto SIEPAC. Lo mismo se puede decir de otras iniciativas de corredores biológicos al norte del CBPD. La conexión más factible de hábitat natural existe en el área del Parque Nacional Carara y la reserva Fernando Castro Cervantes. Sin embargo, existe entre estas dos áreas caminos, tendidos eléctricos y algún grado de alteración de hábitat que dificultaría mucho tanto desde el punto de vista ecológico como económico la conexión real de hábitat entre las áreas en cuestión. No obstante, como ya se apuntó, es importante que el tendido de SIEPAC no altere más estos hábitat y que se construya lo más cercano y paralelo a las infraestructura ya existente.

Siguiendo hacia el norte está la posible conexión entre Tivives y áreas de hábitat natural, también solo propuestas, hacia el interior del país. Esta iniciativa la interrumpe la carretera costanera y un grado muy alto de alteración del hábitat ya que esta es una región de fuerte arraigo agrícola y ganadero. Siguiendo hacia el norte, la siguiente propuesta de corredor de hábitat, está entre los bosques y humedales del bajo Tempisque

y parches boscosos propuestos hacia la cordillera volcánica de Guanacaste. En toda esta región y siguiendo hacia el norte donde estarían los demás tramos del proyecto SIEPAC (Tramos CR-3, CR-2 y CR-1), estos pasan por áreas sin prácticamente cobertura boscosa original y paralelos a caminos y carreteras ya existentes. Es claro que los caminos existen de por sí en áreas alteradas, hábitats no naturales debido a diferentes usos de la tierra tales como residencias, agricultura y ganadería.

El área más factible y muy importante de conexión por medio de un corredor de hábitat es entre el parque nacional Rincón de la Vieja y la zona protectora Miravalles como ya se ha indicado. El área de paso entre estas dos áreas protegidas ya está interrumpido, sin embargo, y al igual que para el resto de propuestas de corredores, estos pueden ayudar a una eliminación paulatina de la fragmentación de hábitat y tratar de incrementar la conectividad entre los remanentes de bosque. En general y en áreas muy alteradas en particular, este es posible al menos parcialmente mediante la vegetación que obligatoriamente debe existir a los márgenes de los ríos. Se debe hacer cumplir la ley y así lograr verdaderas conexiones de hábitat para un alto número de especies. Si se planifica y se trabaja como se debe, estos pasos o corredores de hábitat ribereños tendrían continuidad incluso en los pasos de carretera por medio de fajas amplias de vegetación bajo y al lado de los puentes. Así debe trabajar el tendido de SIEPAC para no desfavorecer la conectividad del hábitat y ayudar a proteger así las cuencas hidrográficas y la calidad de paisaje en cada región.

B.1.6.4 Poblaciones existentes de aves y sus características

Muchas especies de aves son residentes en la zona de la ruta de paso de todos los tramos del proyecto de la línea SIEPAC (ver Anexo 5). De estas aves residentes (R), varias anidan en los árboles y varias en el suelo así como en vegetación baja. Al ser este un número elevado de especies, existen especies en reproducción en cualquier época de año. La remoción de vegetación y otros trabajos de construcción afectarán a individuos particulares de aves.

La gran mayoría de aves en el trayecto son de hábitats alterados y generalmente comunes, abundantes y de amplia distribución, por lo que la pérdida de los nidos no tendrá un efecto mayor en sus poblaciones. Sin embargo, al ser tan extenso el trayecto de la línea y en particular en algunos sectores como los tramos CR-3, CR-5, CR-6 y CR-10 podrían encontrarse nidos de especies amenazadas o en peligro de extinción o de protección especial, lo que implicaría manejar cada caso en particular en su momento. No se conoce, hasta el momento, ningún área de anidación colonial de aves que el proyecto pueda afectar directamente.

Como se señaló en otro apartado, pocas aves son endémicas de Costa Rica. En la parte norte la única ave endémica en la zona de estudio es el colibrí *Elvira cupreiceps*. De las demás aves endémicas de Costa Rica, una se encuentra en tierras altas, tres en la Isla del Coco, una en los manglares del pacífico y una en la Península de Osa. Estos sitios no estarán afectados directamente por el proyecto con la excepción del colibrí mencionado antes (*Elvira cupreiceps*). En la región del Corredor Biológico Paso de la Danta (Pacífico Central) se sabe que habita una especie de ave endémica para la zona (y Costa Rica),

Amazilia boucardi, habitante de la zona de manglar y por lo tanto no sería afectada por el proyecto.

Otras especies como *Trogon bairdii*, *Amazilia decora*, *Pteroglossus frantzii*, *Melanerpes chrysauchen*, *Thamnophilus bridgesi*, *Cotinga ridwayi*, *Carpodectes antoniae*, *Thryothorus semibadius*, *Habia atrimaxillaris* y *Euphonia imitans*, presentes en el CBPD son endémicas para el Pacífico de Costa Rica y Panamá. En el caso de la región de Coto Brus, donde habitan varias aves endémicas de Costa Rica y Panamá, se podrían ver afectadas aquellas aves cuyas distribuciones lleguen hasta o cerca de los últimos tramos del proyecto, específicamente los tramos CR-9 y especialmente el CR-10. No obstante, el grado de alteración del hábitat en esta región que existe en la actualidad hace prever que las aves que el proyecto podría afectar ya lo han sido por las actividades que ya se han llevado a cabo en el sitio.

Por otro lado, existen algunas zonas de movimientos estacionales o diarios de algunas especies de aves en el trazado del proyecto. De igual manera, es posible que existan algunas zonas de migración de movimientos estacionales o diarios adicionales. Esto es cierto especialmente en el tramo CR-3 entre los volcanes Rincón de la Vieja y Miravalles.

En cuanto a migración de aves, es preciso indicar que Costa Rica es un amplio corredor migratorio para varias especies debido a su condición de istmo. Existen varias especies de aves migratorias en la zona de influencia de proyecto (ver Anexo 7) y es claro que la barrera que producirá el tendido eléctrico en cuestión puede afectar algunas de ellas, como también algunas especies residentes. No obstante, en un alto porcentaje del trayecto, la ruta del tendido de SIEPAC es paralela a las posibles rutas de migración de varias especies. Es posible que este hecho sea una condición favorable para evitar colisiones de aves con los tendidos eléctricos.

El estudio de impacto ambiental del proyecto SIEPAC elaborado en 1997 menciona que los impactos de las aves en vuelo en las líneas de transmisión eléctrica se producen en situaciones raras y que el mayor riesgo se detecta en los momentos en que la visibilidad es menor: de noche, al alba, al anochecer, en días brumosos o de niebla, en que los cables puedan pasar inadvertidos para las aves en vuelo. Sin embargo, la literatura científica (ver literatura revisada en Tomo III) documenta que durante las migraciones de aves las colisiones no son una situación rara, al contrario, es muy común.

Existen decenas de documentos (ver sección de referencias en Tomo III) en que se describe el alto riesgo y el gran número de aves muertas por colisión con cables de tendido eléctrico. Lo más problemático es el caso “del hilo de guarda” el cual es de solo 10 a 20 mm de diámetro y es obligación tenerla para protección del tendido. Por otro lado, esa amplia literatura mencionada documenta la situación en países templados y desarrollados.

Desafortunadamente, prácticamente no existe información para los países tropicales (según la literatura revisada en Tomo III) aunque puedan existir informes técnicos de agencias de gobierno o documentos similares no disponibles en las publicaciones periódicas científicas. De igual manera, no existe información concreta sobre rutas específicas de migración en la zona del proyecto. Se pueden mencionar algunas áreas o

tramos en este caso, donde ocurren movimientos migratorios de aves y que se podría pensar que el proyecto puede afectar directamente. No obstante, al recorrer estos tramos se observa la existencia de una infraestructura similar como líneas de alta tensión que corren en el tramo CR-1 y las mismas atraviesan el Parque Nacional Guanacaste. Así que el tendido de SIEPAC no será un elemento completamente extraño, si no adicional, en estas rutas de migración.

Varios paseriformes, especialmente parúlidos, así como falconiformes son migratorios latitudinales en los tramos en cuestión. Adicionalmente es posible que se de algún tipo de migración altitudinal en esta región. Sin embargo, nada de esto está bien documentado y menos los posibles accidentes que sufren las aves. Los tramos CR-1, CR-2 y CR-3 están en una región que posiblemente es ruta de paso de varias especies migratorias (ver mapa 15). Algunos ejemplos son: halcón peregrino (*Falco peregrinus*), zarceta aliazul (*Anas discors*), vencejo de paso (*Chaetura pelagica*), gavilán de Swainson (*Buteo swainsoni*), tangara veranera (*Piranga rubra*), candelita norteña (*Setophaga rutinilla*), reinita hornera (*Seiurus aurocapillus*), martín purpurea (*Progne subis*), tirano norteño (*Tyrannus tyrannus*) y reinita amarilla (*Dendroica petechia*). No obstante, en esta región hay construcciones, como líneas eléctricas, que potencialmente pueden tener un impacto negativo en este elemento de la fauna pero no existe información de que esto ocurra.

La construcción del nuevo tendido, paralelo al actual, o siguiendo una orientación similar, al menos en el tramo CR-1, no debería tener un impacto fuerte sobre las aves migratorias de la región. De igual manera, la migración latitudinal no parece que sea afectada por estos factores. Hay que tomar en cuenta también que parece que existen aves con una mayor probabilidad de colisión como aquellas que tienen vuelo muy rápido como las palomas en algunos sitios o vuelan en grupos grandes como algunos pericos en zonas altas. Quizá las especies voladoras que se desplazan en la zona (migratorias o no) son de vuelo lento o de alguna otra condición de comportamiento que evita accidentes con las líneas eléctricas. Los movimientos migratorios de las aves en la región del tramo CR-3 pueden ser importantes pero no existe información formal o empírica al respecto.

Los impactos de las aves en vuelo en las líneas de transmisión eléctrica aumentan en los momentos en que la visibilidad es menor: de noche, al alba, al anochecer, en días brumosos o de niebla, en que los cables puedan pasar inadvertidos para las aves en vuelo según se señaló. Estas condiciones climáticas son muy comunes en el Caribe de Costa Rica, especialmente en las faldas y zonas montañosas. Se deben estudiar y aplicar las medidas preventivas y compensatorias posibles para evitar situaciones de alto riesgo para las aves. Lamentablemente, prácticamente no existe información en estos aspectos para los países tropicales. De igual manera, no existe información concreta sobre rutas específicas de migración en la zona del proyecto como ya se discutió. Se necesita trabajo de campo para cuantificar todos estos aspectos.

En el tramo CR-5 la especie más conspicua y de reconocidos movimientos en la región es la lapa roja (*Ara macao*). En sus desplazamientos, esta especie pasa por áreas donde también existen líneas de alta tensión y no se han reportado accidentes. Quizá el vuelo relativamente lento de estas aves les evita correr este riesgo. Continuado hacia el sur, hacia la costa, en los tramos CR-6 a CR-10 existen áreas boscosas de posible

importancia como refugios estacionales o diarios para especies de amplios movimientos (incluidos migratorios).

Así, es posible que algunas de estas especies se desplacen desde estas áreas hacia las montañas que están al norte o al este (Fila Costeña y Talamanca), por lo que la nueva línea quedaría en medio de esas rutas. Sin embargo, de hecho estas rutas ya tienen obstáculos. En muchos tramos, a lo largo de la carretera interamericana o de la carretera costanera, existen tendidos eléctricos que potencialmente estarían teniendo un efecto algo similar al que tendría el nuevo tendido.

Al hacer un análisis por cada uno de los tramos homogéneos, se encuentra que, aunque, tal y como se señaló antes, el tramo CR-1 es de muy escasa vegetación, la región es ruta de paso de varias especies migratorias. No obstante, en esta región hay construcciones, como líneas eléctricas, que potencialmente pueden tener un impacto negativo en este elemento de la fauna pero no existe información de que esto ocurra.

Aparentemente especies migratorias de la región como patos (Anseriformes, Anexo 7) no están sufriendo ningún impacto por las construcciones ya existentes. Es posible que las rutas de migración de los patos y especialmente zarcetas y palomas como la paloma ala blanca (ver Anexo 7), no sean exactamente por estos puntos. Ya se ha intentado documentar los impactos de los tendidos eléctricos de la región en las aves pero no se ha encontrado evidencia al respecto. Esto es cierto también para los otros tramos del tendido que están en la provincia de Guanacaste, provincia donde existen las especies mencionadas así como lugares que son destino temporal o final de éstas.

En el tramo CR-5 existen algunas áreas protegidas con bosques de gran importancia para las aves de la región, que se desplazan entre estas áreas y los pequeños parches boscosos existentes en la zona. Uno de los mejores ejemplos lo constituye la lapa roja (*Ara macao*), una especie emblemática en la región. Se debe determinar cual es la tasa de accidentes de lapas en las líneas de transmisión ya existentes. Sin embargo, parece que si existen lapas accidentadas en la región sería en muy bajo número. La nueva línea de transmisión posiblemente no representaría un obstáculo mayor para ésta y otras especies ya que las aves con una mayor probabilidad de colisión son aquellas que tienen vuelo muy rápido como las palomas o vuelan en grupos grandes como algunos pericos en zonas altas.

Siguiendo hacia el sur (Tramo CR-6), es posible que existan movimientos migratorios entre áreas como el Parque Nacional Manuel Antonio y la parte alta de la Fila Costeña. Sin embargo, no existe información en este aspecto para tener una mejor valoración del posible impacto de la línea en este sector.

Los cerros (como el Cerro Nara), más la Reserva Forestal Los Santos, son de gran importancia para la supervivencia de la fauna de la región. Sin embargo, la existencia actual de poblados, fincas y sobre todo de la carretera Interamericana, interrumpen cualquier conexión total entre los parches boscosos cercanos a la costa (por ejemplo el Parque Nacional Manuel Antonio) y las áreas hacia el interior del país.

De igual manera, en la región del tramo CR-8, existen rutas de migración o de movimientos estacionales o diarios de especies entre los humedales Térraba –Sierpe y la fila costeña. No hemos encontrado documentación científica en este sentido para valorar su magnitud. Existen en el área variedad de construcciones, incluso postes y líneas de transmisión. Tampoco se encontró ningún tipo de información, anecdótica o científica de que las líneas de alta tensión actuales tengan un impacto relevante sobre las especies voladoras en el tramo CR-9. Quizá las especies voladoras que se desplazan en la zona (migratorias o no) son de vuelo lento o de alguna otra condición de comportamiento que evita accidentes con las líneas eléctricas. Los movimientos migratorios de las aves en la región del tramo CR-10 pueden ser importantes pero no existe información formal o empírica al respecto.

Aparentemente, las líneas eléctricas existentes en el trazo del tendido del proyecto SIEPAC no están causando accidentes de gran impacto a las aves migratorias o al menos no se ha generado la información requerida en este sentido. Es claro que se necesita trabajo de campo para cuantificar la situación real actual de rutas y aves muertas en las líneas de transmisión eléctrica ya existentes y en las que se construirán en el futuro.

B.2: Medio Socioeconómico

B.2. Medio Socioeconómico

En este apartado se analizan las pautas de crecimiento demográfico y la estructura de la población de los tramos que atraviesa la línea SIEPAC, centrando el análisis en las características de los cantones y distritos involucrados.

Dos aspectos fundamentales de este análisis son: a- el posible efecto de la línea sobre las poblaciones humanas ubicadas en la zona por donde pasará el tendido eléctrico, ya sea en términos de beneficios o perjuicios directos o indirectos y, b- la estructura actual en tenencia de la tierra y las tendencias en el crecimiento poblacional con respecto al trazado de la línea.

Con respecto al punto a, este análisis no considera el posible efecto del electromagnetismo en la salud de las poblaciones que se encuentren cerca de la línea. Esto es así puesto que en diversas partes de este documento (por ejemplo en el apartado de metodología) se ha dejado claramente establecido que con el retrazado de la línea se evita que ésta pase cerca de zonas pobladas o centros de concentración de población, asumiendo entonces una posición precuatoria tendiente a evitar posibles exposiciones al electromagnetismo. En este sentido es sumamente importante recordar que la servidumbre tendrá un ancho de 15 m a cada lado de la línea, razón por la que no se espera efecto alguno del electromagnetismo sobre la salud de los pobladores de las zonas por donde pasa la línea. En todo caso, en el apartado correspondiente (B.2.7. Afecciones a la Población) se presentan los comentarios del caso.

B.2.1. Pautas de Crecimiento Demográfico y Estructura de la Población.

Es importante tomar en cuenta, en la evaluación del impacto del proyecto sobre la población de la zona de influencia, las pautas de crecimiento demográfico, ya que ello nos brinda un panorama del tipo de poblamiento existente y de la forma en que el número de habitantes se está modificando, lo que lógicamente influye en la ocupación del territorio.

Este panorama, si bien es necesario construirlo a nivel de las unidades territoriales básicas de estudio que están dadas por la división territorial administrativa del país, que como ya se ha expuesto, contempla, en orden de tamaño: la provincia, el cantón y el distrito (Ver Mapa 16), lo que se realiza en el presente trabajo, antes de ello se considera conveniente establecer algunas pautas de evolución y de estructura de la población a nivel nacional, provincial y regional, para que las mismas se puedan tener como parámetro de análisis de las tendencias y características a nivel de cantón y distrito.

Asimismo, se realizó un análisis integrado de lo que se consideran agrupaciones territoriales de cantones y distritos que de alguna forma presentan características homogéneas, de forma que los impactos del proyecto sobre la población, las comunidades y las actividades económicas puedan ser visualizadas con más claridad.

Realizadas las anteriores aclaraciones, se pasa a exponer las características generales de la evolución de la población a nivel nacional, regional y provincial.

B.2.1.1. Las pautas a nivel regional y provincial

En términos generales, se puede afirmar que el país ha venido experimentando desde ya hace más de treinta años, un profundo cambio en las pautas de evolución demográfica, signado principalmente por una disminución sustancial de los niveles de fecundidad, que ha dado como resultado una merma del ritmo de crecimiento de la población.

Así, de niveles que se conformaban a mediados del siglo pasado por una fecundidad muy alta, que llegó a estar entre las más altas del mundo y una mortalidad en disminución, que daba origen a tasas de crecimiento de casi el 4 por ciento anual, se pasó alrededor de los años ochenta del siglo XX a niveles apenas un poco superiores al dos por ciento. Esto representó un cambio radical, tanto por la proporción de la disminución en el ritmo de crecimiento, como por el relativo poco tiempo en que se produjo (menos de 20 años). Es claro así que las mujeres pasaron de tener un número medio de hijos que oscilaba entre 5 y 6 a uno que oscila entre 3 y 5.

Otro elemento de importancia es que ese cambio en el comportamiento reproductivo de la población, si bien como es lógico empieza en los estratos sociales de mayor educación y en las áreas urbanas, se va generalizando muy rápidamente a la totalidad de la población, de forma que los diferenciales urbano rurales no son tan altos como en el pasado.

Luego de esta disminución considerada espectacular por los analistas, el proceso de baja de la fecundidad se modera, por lo que se puede afirmar que tiende a estabilizarse, debido a que tanto la fecundidad como la mortalidad ya no disminuyen al mismo ritmo que en el periodo entre los sesentas y ochentas del siglo pasado.

Como un elemento adicional que contribuye a modificar esta tendencia, se encuentra el proceso migratorio que ha experimentado el país desde fines de la década de 1970, constituido por una corriente de inmigración proveniente en su mayor parte de Nicaragua, que ha contribuido al crecimiento de la población de dos formas.

La primera de ellas es el impacto lógico de aumento de población por la llegada de inmigrantes, la mayoría de los cuales se desplaza en busca de trabajo, y si bien una parte de ellos regresan a su país luego de una estancia más o menos prolongada, una parte sustancial se queda aquí en forma definitiva.

La segunda de ellas consiste en la contribución que esta población nicaragüense realiza a los nacimientos ocurridos en el país. Es importante considerar que la mayor parte de los inmigrantes son adultos jóvenes, en edad reproductiva. Además, esta población tiende a tener niveles de fecundidad más altos que los costarricenses, lo que hace que el nacimiento de hijos de nicaragüenses tenga un peso cada vez mayor en el crecimiento de la población.

De todas formas, si bien el proceso de disminución de la fecundidad es una realidad que ha experimentado el país, también lo es que no es previsible que la misma alcance los niveles propios de los países europeos y otros desarrollados, originando un crecimiento cero o aún una disminución de la población, de forma que es previsible que la población del país siga aumentado.

Así, si en el año 2 000 el número de habitantes que arrojó el censo de población fue de 3,810 179, para el año 2 003 esa población se estima en 4 150 000. Según las previsiones esta cifra aumentaría a 4 325 838 personas para el año 2 005, y a 4 691 584 para el año 2 010 (Centro Centroamericano de Población. *Proyecciones de Población 1 970-2 015*. Universidad de Costa Rica).

En el marco centroamericano, este ritmo de crecimiento puede considerarse como moderado, siendo el mismo, fruto de una disminución marcada de los niveles de fecundidad y de mortalidad.

Sin embargo, este ritmo de crecimiento tiene un comportamiento sumamente diferencial según las diversas provincias y regiones del país. En general, es notorio, según puede verse en el cuadro B.2.1, que las provincias que tienen un crecimiento más acentuado son las que tienen una parte de su territorio en el Valle Central del país, en donde se localizan los principales centros urbanos, especialmente agrupados en lo que se conoce como la Región Metropolitana, que agrupa al Área Metropolitana de San José, y a las ciudades de Heredia, Alajuela y Cartago en sentido amplio.

A estas provincias se une Limón, que es la provincia que experimentó el crecimiento mayor en el periodo 1 984 – 2 000, en que su población se duplicó. Sin embargo, es importante constatar que esta provincia es la que tenía una población menor en el año 1 984, puesto que en el año 2 000 pasa a ser ocupado por Guanacaste.

Cuadro B.2.1. Población Total de Costa Rica por Provincias y Porcentajes de Crecimiento. 1 984 – 2 000.

País y Provincia	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984-2 000
Costa Rica	2 416 809	3 810 179	57,7
San José	890 434	1 345 750	51,1
Alajuela	424 962	716 286	68,6
Cartago	271 671	432 395	59,2
Heredia	197 575	354 732	79,5
Guanacaste	195 208	264 238	35,4
Puntarenas	265 883	357 483	34,5
Limón	168 076	339 295	101,9

Fuentes: Dirección General de Estadística y Censos. Censo de Población 1 984 e Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo de Población 2 000.

Es importante señalar que las dos provincias sobre las cuales se ubica la mayor parte del trazado de la línea de transmisión, provincias costeras sobre el Pacífico, Guanacaste y

Puntarenas, son precisamente las que tienen un nivel de crecimiento de la población más reducido, bastante inferior al correspondiente al país.

En lo que se refiere a las otras dos provincias cuyo territorio es tocado por el trazado propuesto, San José y Alajuela, en la primera de ellas el nivel de crecimiento es un poco inferior al correspondiente al país, y en la segunda se presenta un aumento mayor. Sin embargo, es necesario considerar que en ambas provincias las partes involucradas se sitúan fuera del Valle Central, que es el área de mayor crecimiento poblacional.

Esto es más claro si se analiza la información correspondiente a las regiones de planificación en que se ha dividido al país, según puede verse en el cuadro B.2.2.

Cuadro B.2.2. Población Total de Costa Rica por Regiones y Porcentaje de Crecimiento. 1 984 – 2 000.

Región	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 a 2 000
Área Metropolitana	676 225	1 014 441	50,0
Resto Región Central	867 144	1 431 587	63,4
Región Chorotega	221 269	301 917	36,4
Región Pacífico Central	137 091	201 352	46,9
Región Brunca	225 439	299 366	32,8
Región Huetar Atlántica	178 427	359 389	101,4
Región Huetar Norte	111 214	202 127	81,7
Total	2 416 809	3 810 179	57,7

Fuente: Censos de Población, a partir de tabulaciones generadas directamente de las bases de datos del Centro Centroamericano de Población (CCP), Universidad de Costa Rica - Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Así, puede verse que la región de más crecimiento, la Huetar Atlántica, no es tocada en lo absoluto por el trazado de la línea de transmisión, y la Huetar Norte que tiene también un alto crecimiento poblacional, es tocada en uno solo de sus cantones, con un predominio de población rural dispersa. Las tres regiones en las que se ubica la mayor parte del mismo son precisamente las de más bajo crecimiento de población (Chorotega, Pacífico Central y Brunca). En lo que se refiere a la Región Central, la misma ha sido dividida en Área Metropolitana y el resto de la Región Central, teniéndose que la primera de ellas tiene un nivel de crecimiento muy similar a correspondiente al país aunque un poco inferior, y la segunda sí presenta un crecimiento superior.

Sin embargo, nuevamente es necesario tomar en cuenta que, como se verá más adelante, los cantones tocados por el trazado en el resto de la Región Central se ubican todos fuera del Valle Central, que es donde se encuentra el aumento más acelerado de la población, correspondientes al sur y oeste de la provincia de San José (Puriscal y Turubares), que presentan un crecimiento reducido.

Así, si se considera el panorama a un nivel de región y provincia, se puede afirmar que el trazado de la línea de transmisión se localiza en las áreas de menor crecimiento

poblacional, de forma que las áreas que presentan un dinamismo mayor no son tocadas por el trazado propuesto. Esto hace prever que los conflictos futuros derivados de un acelerado crecimiento de población y de ocupación del territorio por actividades incompatibles con la existencia de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, como sería el uso habitacional y de localización de establecimientos con la permanencia de personas por periodos prolongados (comercios, hoteles o cabinas, etc.), es relativamente focalizado en áreas relativamente reducidas de los cantones y distritos.

Para visualizar lo anterior, es necesario realizar un análisis más detallado a nivel de esas unidades territoriales, lo que se procede a realizar en la sección siguiente.

B.2.1.2. Las pautas de evolución demográfica a nivel de cantón y distrito

La situación referente a cada una de estas unidades territoriales es muy diversa, tanto desde el punto de vista de las características socioeconómicas de las comunidades y de la población, como de la forma en que el trazado de la línea de transmisión toca a cada una de ellas. Esta diversidad es la que se quiere reflejar aquí.

Desde una perspectiva analítica, Se han agrupado los cantones y distritos en las regiones de planificación delimitadas en el país, ya que las mismas dan una primera aproximación para explorar algunas características homogéneas a nivel socioeconómico. Al interior de esas regiones, se han realizado algunas agrupaciones adicionales, buscando la delimitación de lo que se ha denominado “tramos homogéneos”, definidos como es lógico desde la perspectiva del análisis socioeconómico y demográfico.

B.2.1.2.1. Cantones y distritos de la Región Brunca

Como puede verse en el cuadro B.2.2, esta región tenía en el año 2 000 una población de 299 366 habitantes, habiendo experimentado un aumento de población del 32,8% en los 16 años transcurridos entre 1 984 y ese año, porcentaje de crecimiento que es sustancialmente inferior al correspondiente a la totalidad del país (57,7%). Su extensión es de 9 528,44 km², equivalente al 18,6% del territorio nacional, y la densidad es de alrededor 32 hab/km² (Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Informe Anual Región Brunca 2 000**, documento en pagina web www.mag.go.cr).

El trazado de la línea de transmisión toca a tres de los cantones más cercanos a la frontera con Panamá, a saber, Corredores, Golfito y Osa, y a los cantones de Buenos Aires y de Pérez Zeledón. De esta forma, se puede afirmar que el trazado toca a casi la totalidad de los cantones de la región, ya que únicamente el cantón de Coto Brus no es atravesado por la línea. Sin embargo, si se toma en cuenta únicamente a los distritos que toca la línea, se puede ver que el efecto es más reducido, ya que el trazado solamente pasa por ciertos distritos.

La población total de los distritos involucrados es de 105 301 habitantes, lo que representa apenas el 35% del total de la población de la región.

B.2.1.2.1.1. Los cantones y distritos próximos a la frontera.

Se incluyen los cantones de Corredores, Osa y Golfito, con sus distritos de Corredor, Guaycará, Palmar y Cortés.

Entre estos cantones los poblados principales están constituidos por la ciudad de Golfito, cabecera del cantón del mismo nombre, el poblado de Río Claro, ubicado sobre la carretera interamericana en ese mismo cantón, Ciudad Neilly, cabecera del cantón de Corredores, el pueblo fronterizo de Paso Canoas y alrededores, la ciudad de Cortés, cabecera del cantón de Osa, y el pueblo de Palmar, en el distrito del mismo nombre del cantón de Osa. En estos poblados, como se podrá ver más adelante, se agrupa prácticamente la totalidad de lo que se considera la población urbana, en tanto que el resto del territorio está ocupado por pequeños poblados rurales y por población rural dispersa.

Al analizar la información correspondiente al cantón de Corredores, según puede verse en el cuadro B.2.3, se puede observar que tenía en el año 2 000 la cantidad de 37 274 habitantes, de los cuales 16 718 correspondían al distrito de Corredor, que es el único tocado por el trazado de la línea de transmisión, y que constituye el 45% de la población del cantón (cuadro B.2.3).

Con respecto al crecimiento demográfico, el cantón aumentó su población en un 32% entre 1 984 y el año 2 000, en tanto que el distrito de Corredor lo hizo en apenas un 20,7% en el mismo período. Ambas cifras reflejan un crecimiento bastante inferior al correspondiente a la totalidad del país, lo que indica un aumento bastante moderado de la población, de un poco más del 1% de promedio anual para el caso del distrito de Corredor.

Esto hace que, como puede verse en el cuadro B.2.4, el distrito de Corredor haya ido disminuyendo su peso demográfico en el cantón, de forma que el mismo ha pasado de casi la mitad de la población del mismo en 1 984 a un 45% en el 2 000, en tanto que son los distritos de Canoas y La Cuesta los que van aumentando su peso relativo.

Se desprende entonces que hay un efecto doble puesto que no solo el cantón en su totalidad crece a un ritmo moderado, sino que el mismo es bastante inferior en el distrito tocado por la línea de transmisión. Si bien el distrito de Corredor abarca en su territorio a Ciudad Neilly, la más importante del mismo, es claro que el dinamismo demográfico es más acentuado en otros distritos y poblados del mismo, principalmente en el distrito de Canoas y en el poblado de Paso Canoas, que sí está experimentando un crecimiento considerable, muy probablemente originado en su condición de poblado fronterizo que agrupa un sector comercial en crecimiento.

Es importante resaltar, por lo tanto, que el trazado propuesto no afecta del todo al área de más crecimiento poblacional en el cantón, y aún en el caso del distrito de Corredor, el mismo está ubicado en un área alejada de Ciudad Neilly en varios km, en un área rural y de población dispersa.

Cuadro B.2.3. Población del Cantón de Corredores por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	28 222	37 274	32,0
Corredor	13 846	16 718	20,7
La Cuesta	2 395	3 623	51,3
Canoas	5 071	8 464	70,5
Laurel	6 910	8 469	22,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.4. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Corredores por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Corredor	49,0	44,9
La Cuesta	8,5	9,7
Canoas	18,0	22,7
Laurel	24,5	22,7
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del Cuadro B.2.3 de este informe.

Al analizar las pautas de poblamiento según zona urbana y rural, se constata que apenas la cuarta parte de la población del cantón es clasificada como urbana, porcentaje que sube al 37,2% para el distrito de Corredor, según puede verse en el cuadro B.2.5.

Cuadro B.2.5. Distribución Porcentual de la Población por Área Urbano Rural. Cantón de Corredores y Distrito de Corredor. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón de Corredores		Distrito Corredor	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	8 935	24,0	6 226	37,2
Periferia Urbana	2 527	6,8	0	--
Rural Concentrado	5 057	13,5	4 103	24,5
Rural Disperso	20 755	55,7	6 389	38,2
Total	37 274	100,0	16 718	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

El resto de esa población es considerado rural en casi su totalidad para el cantón e íntegramente para el distrito de Corredor, predominando fuertemente el tipo de poblamiento catalogado como de rural disperso. Si bien en el distrito de Corredor casi una cuarta parte de la población se incluye dentro de la categoría de rural concentrado,

prácticamente la totalidad de la misma se ubica en las áreas cercanas a Ciudad Neilly, y a una distancia mayor tiende a predominar el poblamiento rural disperso.

En lo que se refiere a la estructura de la población por edad y sexo, según puede verse en el cuadro B.2.6 y los gráficos 1 y 2, lo primero que salta a la vista es que la proporción de hombres y mujeres es relativamente equilibrada para la población total y similar para el cantón y el distrito.

En lo que se refiere a la estructura por edades, ésta es muy similar en ambas unidades territoriales, de forma que alrededor del 35% de la población tiene menos de 15 años, en tanto que un 5,4% tiene más de 65 años, lo que deja en el sector conocido como de edad de trabajo, de 15 a 64 años, un poco menos del 60% de la población.

Se puede considerar que esta estructura no incide, desde el punto de vista de estructura por edades, en un peso excesivo de personas no en edad de trabajar sobre los que se encuentran en edad de hacerlo.

Cuadro B.2.6. Distribución de la Población del Cantón de Corredores y el Distrito de Corredor por Grupos Quinquenales de edad. 2 000.

Grupos de Edad años	Absolutos					
	Cantón Corredores			Distrito Corredor		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	4 335	2 179	2 156	1 879	929	950
5 a 9	4 348	2 195	2 153	1 936	998	938
10 a 14	4 571	2 362	2 209	2 001	1 039	962
15 a 19	3 925	1 979	1 946	1 782	923	859
20 a 24	3 168	1 535	1 633	1 468	690	778
25 a 29	2 848	1 381	1 467	1 255	599	656
30 a 34	2 816	1 375	1 441	1 251	646	605
35 a 39	2 674	1 341	1 333	1 206	601	605
40 a 44	2 063	1 041	1 022	995	483	512
45 a 49	1 523	811	712	716	379	337
50 a 54	1 296	658	638	597	294	303
55 a 59	914	502	412	418	228	190
60 a 64	784	445	339	345	198	147
65 a 69	656	382	274	281	159	122
70 a 74	530	309	221	219	120	99
75 a 79	396	232	164	176	104	72
+ de 80	427	258	169	193	119	74
Total	37 274	18 985	18 289	16 718	8 509	8 209

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

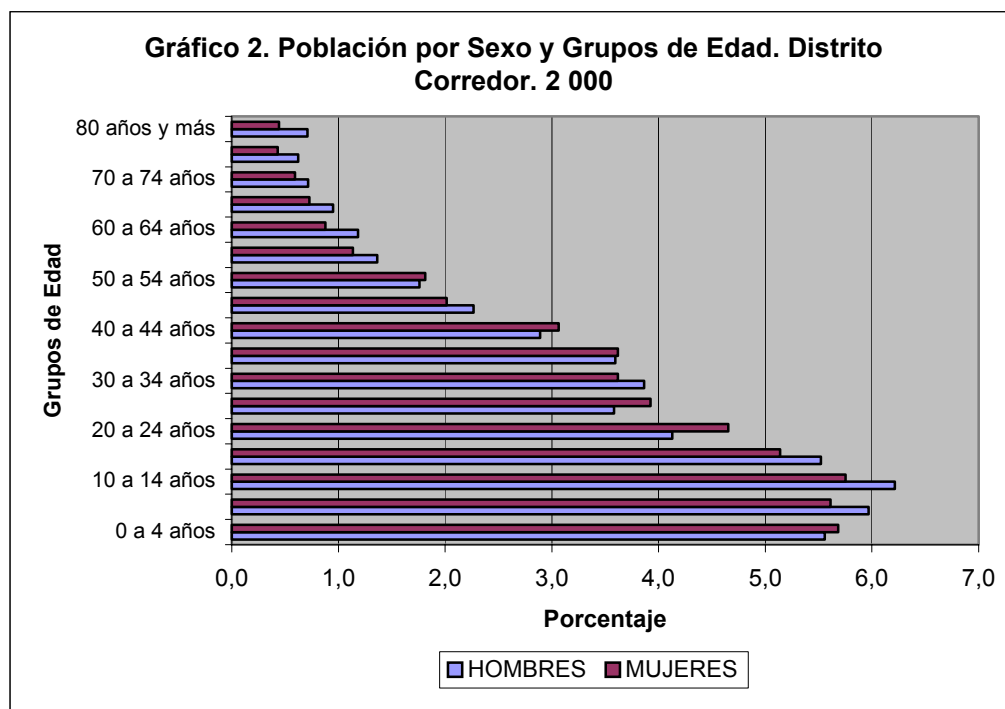
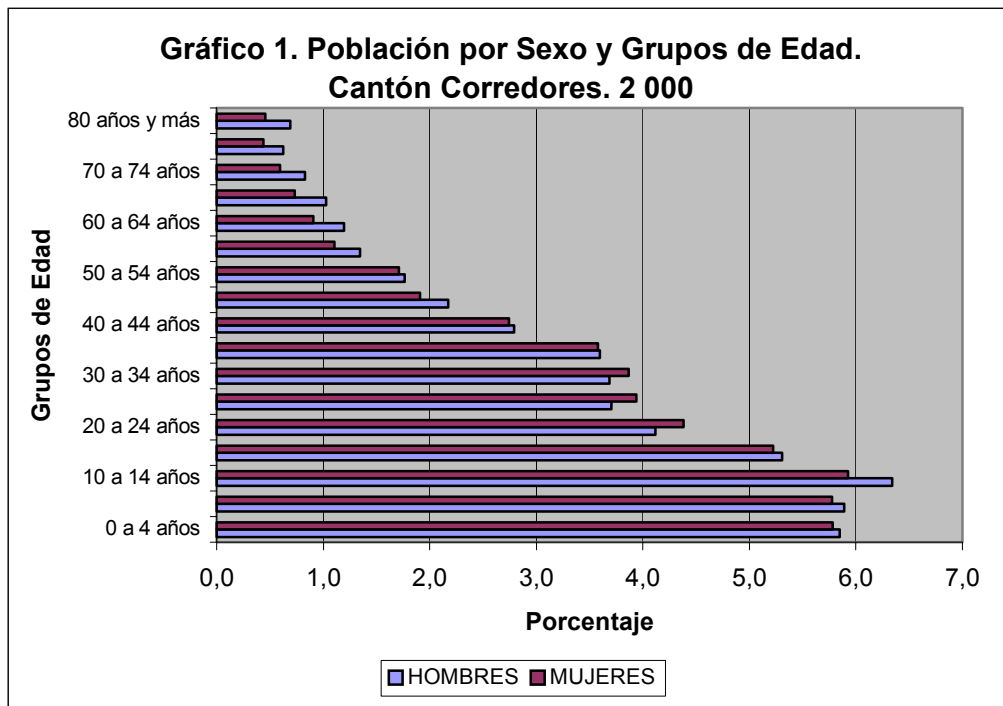
Cuadro B.2.6 (continuación). Distribución de la Población del Cantón de Corredores y el Distrito de Corredor por Grupos Quinquenales de edad. 2 000.

Grupos de Edad años	Porcentajes					
	Cantón Corredores			Distrito Corredor		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	11,6	5,8	5,8	11,2	5,6	5,7
5 a 9	11,7	5,9	5,8	11,6	6,0	5,6
10 a 14	12,3	6,3	5,9	12,0	6,2	5,8
15 a 19	10,5	5,3	5,2	10,7	5,5	5,1
20 a 24	8,5	4,1	4,4	8,8	4,1	4,7
25 a 29	7,6	3,7	3,9	7,5	3,6	3,9
30 a 34	7,6	3,7	3,9	7,5	3,9	3,6
35 a 39	7,2	3,6	3,6	7,2	3,6	3,6
40 a 44	5,5	2,8	2,7	6,0	2,9	3,1
45 a 49	4,1	2,2	1,9	4,3	2,3	2,0
50 a 54	3,5	1,8	1,7	3,6	1,8	1,8
55 a 59	2,5	1,3	1,1	2,5	1,4	1,1
60 a 64	2,1	1,2	0,9	2,1	1,2	0,9
65 a 69	1,8	1,0	0,7	1,7	1,0	0,7
70 a 74	1,4	0,8	0,6	1,3	0,7	0,6
75 a 79	1,1	0,6	0,4	1,1	0,6	0,4
+ de 80	1,1	0,7	0,5	1,2	0,7	0,4
Total	100,0	50,9	49,1	100,0	50,9	49,1

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Lógicamente, esta estructura es el resultado de la evolución de las variables demográficas básicas (fecundidad, mortalidad y migración), signada como ya se ha mencionado por una disminución simultánea de nacimientos y muertes. En lo que se refiere a la migración, si bien para el país en su totalidad se puede constatar un saldo positivo entre los que entran y los que salen, para unidades territoriales menores esto puede tener una incidencia diferente.

Es importante señalar que la estructura de la población refleja la disminución de la fecundidad y, probablemente, la emigración de personas en edad fértil (adolescentes y adultos jóvenes, especialmente entre los 15 y los 25 años), a otras partes del país.



Así, se puede constatar que el número de personas del grupo de 0 a 4 años es claramente inferior al correspondiente al grupo de 5 a 9 años, e incluso estos dos grupos son a su vez inferiores al correspondiente a 10 a 14 años. Esto claramente indica una disminución paulatina del número de nacimientos, producto, muy probablemente, de una combinación de la modificación en el comportamiento reproductivo de la población que hace que las mujeres tengan menos hijos, y de la emigración de los adultos jóvenes en edad reproductiva, que al ser un grupo menor tienen que dar origen a menos nacimientos.

Esta emigración de adultos jóvenes se puede ver reflejada claramente en la estructura mostrada en los gráficos 1 y 2. Así, si se pone atención al tamaño de la barra correspondiente al grupo de 10 a 14 años, claramente se ve su tamaño como el mayor de toda la estructura, y al mismo tiempo, la gran diferencia que se produce con el tamaño de los grupos siguientes, a saber, el de 15 a 19 años y el de 20 a 24 años.

Una diferencia de esta magnitud no puede ser sino producida por la migración de adultos jóvenes a otras partes del país, lo que genera una especie de “salida” de población en la fase de vida más productiva, que podría llevar a una especie de envejecimiento relativo de la población. Sin embargo, llama la atención que en las edades de adultos jóvenes, especialmente en los grupos de 20 a 24 años y 25 a 29 años, se tiene una proporción considerablemente más alta de mujeres que de hombres, lo que necesariamente debe estar originado en corrientes migratorias.

Lo más probable es que esta zona tenga un relativo atractivo para mujeres en edad de trabajar, generado por la existencia de un sector comercial y de servicios correlacionados al anterior, originado en su condición de cantón fronterizo que genera afluencia de clientes a los negocios ubicados cerca de la frontera, y asimismo el tránsito de vehículos que se desplazan de un país al otro, generando una clientela para establecimientos como hoteles y restaurantes, que brindan oportunidades de trabajo a la población femenina.

El panorama que presenta el cantón de Golfito y su distrito de Guaycará es bastante similar a Corredores en lo que se refiere a las pautas de crecimiento de la población, aunque bastante inferior.

El cantón de Golfito alcanzó, en el año 2 000, la cantidad de 33 823 habitantes, de los cuales 11 456 corresponden al distrito de Guaycará, único distrito del cantón atravesado por la línea de transmisión. Así, ese distrito concentra un poco más de la tercera parte de la población total del cantón.

En lo que se refiere al ritmo de crecimiento, el aumento es sumamente moderado tanto en la totalidad del cantón como en el distrito. Así, en el cuadro B.2.7 puede verse que la población del cantón aumentó 15,9% en el periodo 1 984 – 2 000, lo que indica que el mismo es casi 4 veces inferior al correspondiente al país. En lo que se refiere al distrito de Guaycará, que es el atravesado directamente por la línea de transmisión, si bien es un poco mayor, apenas es de 22,7% para el mismo periodo, alrededor de dos veces y media inferior al correspondiente al país.

Resulta sumamente significativo que la cabecera del cantón, la ciudad de Golfito, muestre casi un estancamiento de su población, de forma que el peso general de la población

correspondiente al distrito primero haya disminuido ligeramente, para aumentar la correspondiente a los distritos de Jiménez y Guaycará, según puede verse en el cuadro B.2.8.

Cuadro B.2.7. Población del Cantón de Golfito por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	29 187	33 823	15,9
Golfito	9 654	10 915	13,1
Jiménez	4 766	6 102	28,0
Guaycará	9 340	11 456	22,7
Pavón	5 427	5 350	-1,4

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.8. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Golfito por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Golfito	33,1	32,3
Jiménez	16,3	18,0
Guaycará	32,0	33,9
Pavón	18,6	15,8
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.7 de este informe.

Incluso resulta significativo que dentro del panorama general de estancamiento poblacional del cantón o crecimiento muy lento, la población correspondiente al distrito de Guaycará haya pasado a ser ligeramente superior a la correspondiente al distrito de Golfito.

Esto está causado por un relativo dinamismo del pueblo de Río Claro, situado sobre la carretera interamericana, y que se ha constituido en un centro poblado que incluso rivaliza en importancia demográfica con la ciudad de Golfito.

Sin embargo, este ritmo de crecimiento poblacional en general, que indica un porcentaje de crecimiento apenas un poco superior al uno por ciento anual para Guaycará, no está generando una presión significativa por la ocupación de nuevas áreas para la ocupación habitacional, e incluso aún es predominante un patrón de utilización del suelo rural concentrado y rural disperso, antes que urbano.

Al ver la información del cuadro B.2.9, se nota un amplio predominio de la población rural, tanto para todo el cantón como para el distrito de Guaycará, de forma que la población urbana apenas supera el 30% para el cantón y es inferior al 20% para el distrito.

Cuadro B.2.9. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Gofito y Distrito de Guaycará. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Gofito		Distrito Guaycará	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	10 175	30,1	2 106	18,4
Periferia Urbana	367	1,1	367	3,2
Rural Concentrado	5 062	15,0	2 767	24,2
Rural Disperso	18 219	53,9	6 216	54,3
Total	33 823	100,0	11 456	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Si bien lo anterior es claro, llama la atención que casi una cuarta parte de la población del distrito es considerada como del tipo rural concentrado. Sin embargo, la mayoría de la misma se ubica en los alrededores del poblado de Río Claro, a unos pocos kilómetros de la misma, por lo que no se encontraría este tipo de población en el trazado propuesto para la línea de transmisión, que atraviesa por áreas en las que lo que se encuentra es una población rural dispersa, con una baja densidad de habitantes por unidad de superficie.

Además, Río Claro es un centro urbano relativamente pequeño, de poco más de dos mil habitantes.

En cuanto a la estructura de la población por edad y sexo, información que puede verse en el cuadro B.2.10 y los gráficos 3 y 4, el panorama es similar a las zonas anteriores, en que tanto para el cantón en su totalidad como para el distrito de Guaycará, alrededor de un 35% de las personas tienen menos de 15 años, en tanto que un poco más del 5% tienen 65 años o más, lo que deja una proporción de personas en edad de trabajar (15 a 65 años) de prácticamente un 60%.

Al igual que en las zonas anteriores, se ven pequeñas diferencias en la proporción por sexos, con un ligero predominio de la cantidad de hombres sobre la de mujeres en la población total, tanto del cantón como del distrito.

Esta estructura muestra asimismo el efecto de la disminución de la fecundidad, manifestado en el tamaño superior del grupo de 10 a 14 años respecto a los dos anteriores, a saber, 0 a 4 y 5 a 9 años, probablemente combinado, como ya se ha mencionado, con la emigración otras áreas del país de cantidades significativas de adultos jóvenes, en edad reproductiva.

El efecto de esta emigración en la estructura por sexo y edad, puede verse claramente reflejada en la disminución marcada del tamaño de los grupos de 15 a 19 años y de 20 a 24 años respecto al grupo de 10 a 14 años, la cual solo puede estar ocasionada por la presencia de fuertes migraciones de jóvenes y adultos jóvenes a otras partes del país, principalmente.

Esto es interesante, ya que la emigración de los jóvenes pareciera estar ocurriendo más marcadamente a una edad más temprana que en las zonas anteriores, lo que puede estar indicando una situación aguda de escasez de fuentes de empleo.

Además, llama la atención que en los grupos de adultos jóvenes y de edad mediana (20 a 35 años, aproximadamente), se da una proporción más alta de mujeres en la población, aspecto que es incluso más marcado para el distrito de Guaycará. Esto, al igual que lo indicado para el distrito de Corredor, puede estar asociado con la presencia de cierto sector comercial y de servicios de alguna importancia, especialmente en las ciudades de Gofito y Río Claro, que tiende a generar alguna cantidad de puestos de trabajo para las mujeres.

Dentro del panorama generalizado bajo crecimiento de población en estos cantones fronterizos, la situación más extrema la presenta el cantón de Osa que, en los 16 años transcurridos entre 1 984 y el año 2 000, más bien disminuyó su población ligeramente en lugar de aumentar, según puede verse en el cuadro B.2.11.

Cuadro B.2.10. Distribución de la Población del Cantón de Gofito y el Distrito de Guaycará por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Absolutos					
	Cantón Gofito			Distrito Guaycará		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	3 753	1 920	1 833	1 279	642	637
5 a 9	3 834	1 995	1 839	1 310	684	626
10 a 14	4 193	2 180	2 013	1 466	761	705
15 a 19	3 596	1 807	1 789	1 207	608	599
20 a 24	2 817	1 422	1 395	952	469	483
25 a 29	2 472	1 194	1 278	778	380	398
30 a 34	2 443	1 225	1 218	843	409	434
35 a 39	2 265	1 149	1 116	817	387	430
40 a 44	2 053	1 040	1 013	702	368	334
45 a 49	1 582	807	775	496	264	232
50 a 54	1 238	711	527	390	226	164
55 a 59	949	533	416	351	193	158
60 a 64	742	421	321	243	134	109
65 a 69	634	357	277	216	124	92
70 a 74	518	327	191	177	118	59
75 a 79	341	208	133	106	50	56
+ de 80	393	227	166	123	69	54
Total	33 823	17 523	16 300	11 456	5 886	5 570

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.10 (continuación). Distribución de la Población del Cantón de Golfito y el Distrito de Guaycará por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Porcentajes					
	Cantón Golfito			Distrito Guaycará		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	11,1	5,7	5,4	11,2	5,6	5,6
5 a 9	11,3	5,9	5,4	11,4	6,0	5,5
10 a 14	12,4	6,4	6,0	12,8	6,6	6,2
15 a 19	10,6	5,3	5,3	10,5	5,3	5,2
20 a 24	8,3	4,2	4,1	8,3	4,1	4,2
25 a 29	7,3	3,5	3,8	6,8	3,3	3,5
30 a 34	7,2	3,6	3,6	7,4	3,6	3,8
35 a 39	6,7	3,4	3,3	7,1	3,4	3,8
40 a 44	6,1	3,1	3,0	6,1	3,2	2,9
45 a 49	4,7	2,4	2,3	4,3	2,3	2,0
50 a 54	3,7	2,1	1,6	3,4	2,0	1,4
55 a 59	2,8	1,6	1,2	3,1	1,7	1,4
60 a 64	2,2	1,2	0,9	2,1	1,2	1,0
65 a 69	1,9	1,1	0,8	1,9	1,1	0,8
70 a 74	1,5	1,0	0,6	1,5	1,0	0,5
75 a 79	1,0	0,6	0,4	0,9	0,4	0,5
+ de 80	1,2	0,7	0,5	1,1	0,6	0,5
Total	100,0	51,8	48,2	100,0	51,4	48,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.11. Población del Cantón de Osa por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	26 294	25 861	-1,6
Cortés	6 198	6 295	1,6
Palmar	12 103	9 906	-18,2
Sierpe	3 851	4 124	7,1
Bahía Ballena	1 170	1 990	70,1
Piedras Blancas	2 972	3 546	19,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Es asimismo importante señalar que existe una gran diferencia al interior de los distritos del cantón en cuanto a los patrones de evolución demográfica, ya que a la par de un distrito de muy baja población que creció significativamente, muy por arriba del ritmo correspondiente a la totalidad del país, el distrito de Bahía Ballena, se tiene un crecimiento muy bajo en el distrito de Piedras Blancas (el 19,3% representa apenas como la tercera parte del nivel de crecimiento del país), y un estancamiento o disminución de la población en los distritos de Sierpe, Palmar y Cortés (cuadro B.2.12).

Cuadro B.2.12. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Osa por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Cortés	23,6	24,3
Palmar	46,0	38,3
Sierpe	14,6	16,0
Bahía Ballena	4,5	7,7
Piedras Blancas	11,3	13,7
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.11 de este informe.

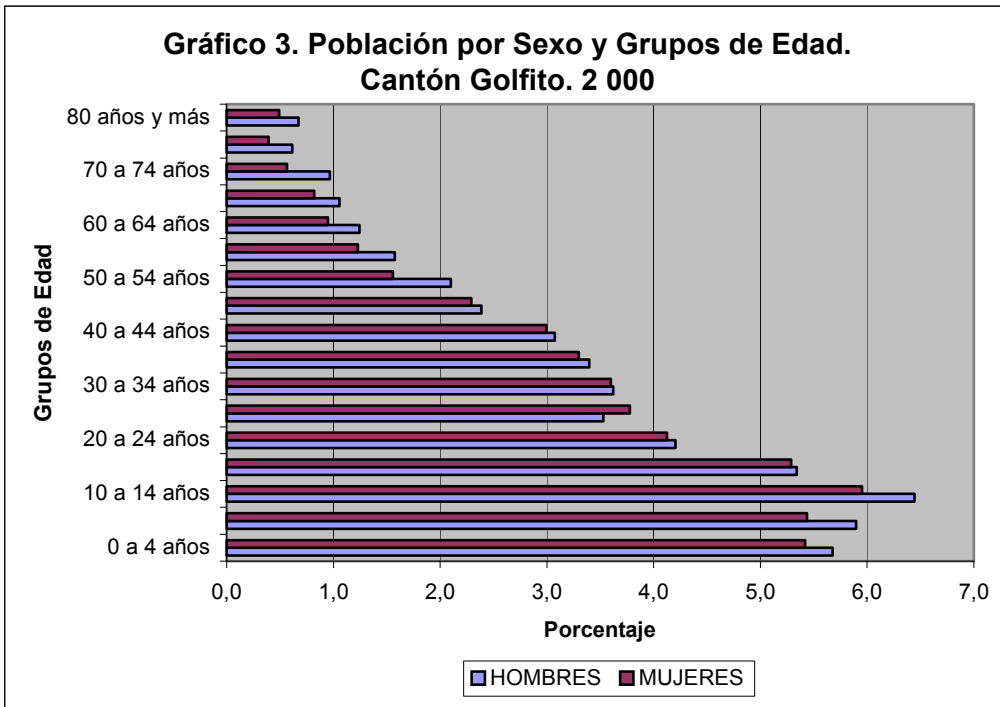
Dentro de ello debe destacarse el hecho de que son precisamente los distritos de más alta población los que presentan la situación más extrema, a saber Cortés con prácticamente la misma población en el 2 000 que 16 años antes, y Palmar, con una población casi 20% menor en ese mismo periodo.

Estos dos distritos son los que son atravesada la línea de transmisión, de forma que se puede afirmar que no existe presión derivada de la evolución demográfica que tienda a una ocupación marcada de nuevos territorios para el desarrollo habitacional, u otro tipo de presión sobre la tierra derivado del aumento de población.

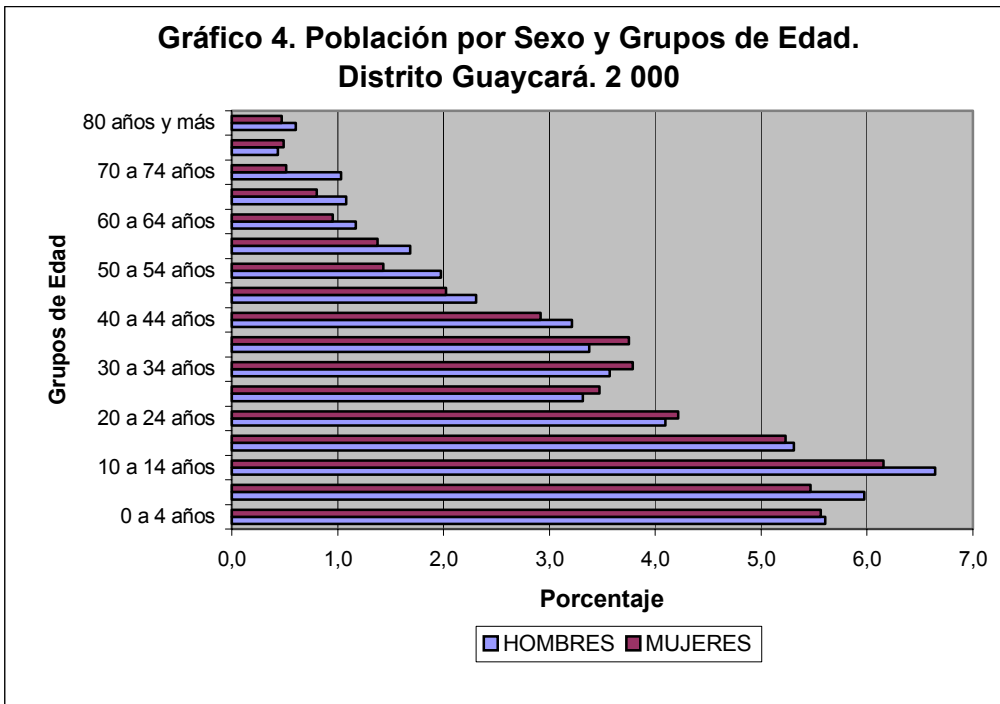
En lo que se refiere a la distribución de la población entre los distritos del cantón, la misma ha sufrido una transformación derivada de la disminución del número de habitantes del distrito de Palmar, que bajó su peso en el cantón de un 46 a un 38,3%, en tanto que el resto de los distritos la mantienen o la aumentan sustancialmente en el caso de Bahía Ballena y Piedras Blancas.

Sin embargo, lo anterior debe interpretarse con cuidado, ya que los distritos de Cortés y Palmar albergan a los dos centros poblados más importantes del cantón y entre los dos distritos concentran casi el 63% de la población total del cantón.

**Gráfico 3. Población por Sexo y Grupos de Edad.
Cantón Golfito. 2 000**



**Gráfico 4. Población por Sexo y Grupos de Edad.
Distrito Guaycará. 2 000**



En lo que se refiere a los patrones habitacionales de ocupación del suelo, el cantón presenta una situación bastante polar. Un poco más de la cuarta parte de la población se concentra en ciudades, en tanto que prácticamente todo el resto se ubica bajo la categoría de ocupación rural dispersa. En este sentido, se combina la existencia de poblados urbanos de relativa importancia (Ciudad Cortés y Palmar Norte), con un entorno en que predomina una ocupación dispersa del territorio.

Esta situación es particularmente aguda en el distrito de Cortés, en el que el 53,8% de la población es urbana, en tanto que todo el resto es clasificado como rural disperso, y en el de Palmar, con un 32,7% de población urbana y casi un 60% de rural dispersa (cuadro B.2.13).

Asimismo, es importante señalar que en ambos casos se trata de centros poblados urbanos de tamaño relativamente reducido, con una población de un poco más de 3 000 habitantes.

Cuadro B.2.13. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Golfito y Distrito de Guaycará. 2 000.

Zona Urbano Rural	Cantón Osa		Distrito Cortés		Distrito Palmar	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Urbana	6 627	25,6	3 384	53,8	3 243	32,7
Periferia Urbana	850	3,3	0	--	850	8,6
Rural Concentrado	623	2,4	0	--	0	--
Rural Disperso	17 761	68,7	2 911	46,2	5 813	58,7
Total	25 861	100,0	6 295	100,0	9 906	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a la estructura por edad y sexo, el cantón de Osa tiene un 35% de personas menores de 15 años, un 4,8% de 65 años y más, lo que deja a un 60% de individuos en edad de trabajo, estructura que es similar a la de las zonas anteriores, y que puede verse en el cuadro B.2.14 y el gráfico 5.

En lo que se refiere a la proporción entre hombres y mujeres, es claro que hay un porcentaje más alto de población masculina, tanto para el total de la población como para todos los grupos de edad. Esto puede significar que esta zona, cuyo pasado bananero reciente es conocido, debe haber generado una atracción mayor para los hombres, en razón del tipo de fuentes de empleo que esa actividad genera.

La baja de la natalidad es clara, manifiesta en el tamaño menor de los grupos de menor edad (0 a 4 y 5 a 9 años), respecto al grupo de 10 a 14, probablemente ocasionado por la acción combinada de un menor número de hijos tenidos por las mujeres y la emigración de población en edad fértil.

Ya en los datos anteriores se ha visto el estancamiento de la población, o más bien, un retroceso en el número de habitantes, lo que no puede sino reflejar la presencia de una

emigración fuerte de personas de esta zona hacia otras áreas del país. Este fenómeno es reflejado de manera sumamente marcada en la estructura por edades, que muestra una salida de grandes proporciones de adolescentes y adultos jóvenes.

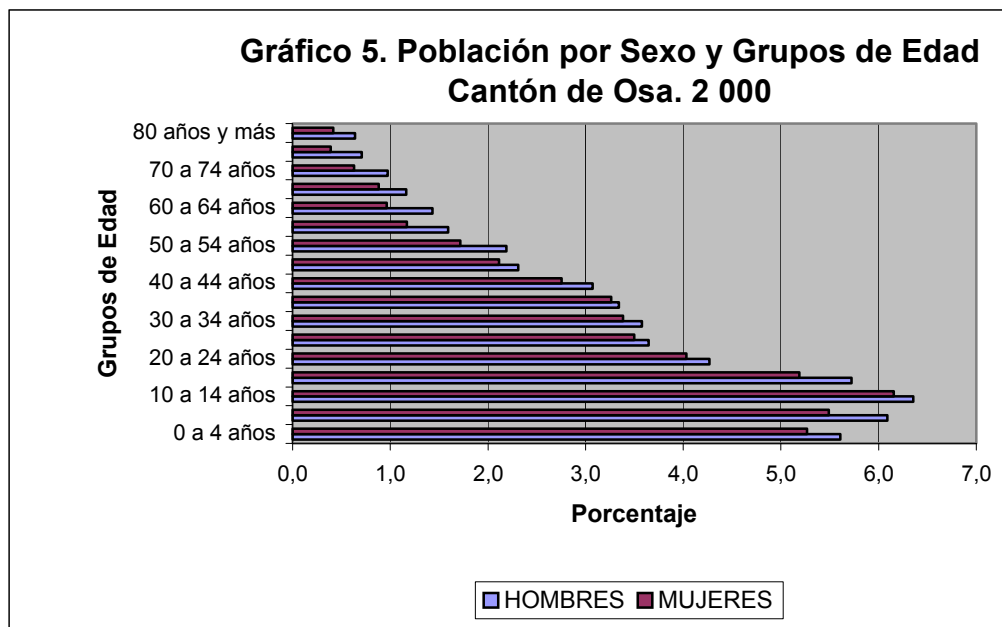
Así, puede verse la gran diferencia del tamaño de las líneas en el gráfico 5 entre las correspondientes al grupo de 10 a 14 años respecto a los dos siguientes, a saber, el de 15 a 19 años y más marcadamente el de 20 a 24 años, que tiene grandes diferencias respecto a los dos anteriores.

Cuadro B.2.14. Distribución de la población del Cantón de Osa por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Cantón de Osa					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	2 812	1 450	1 362	10,9	5,6	5,3
5 a 9	2 995	1 575	1 420	11,6	6,1	5,5
10 a 14	3 235	1 643	1 592	12,5	6,4	6,2
15 a 19	2 822	1 480	1 342	10,9	5,7	5,2
20 a 24	2 147	1 104	1 043	8,3	4,3	4,0
25 a 29	1 848	943	905	7,1	3,6	3,5
30 a 34	1 800	925	875	7,0	3,6	3,4
35 a 39	1 708	864	844	6,6	3,3	3,3
40 a 44	1 507	795	712	5,8	3,1	2,8
45 a 49	1 143	597	546	4,4	2,3	2,1
50 a 54	1,010	566	444	3,9	2,2	1,7
55 a 59	714	412	302	2,8	1,6	1,2
60 a 64	619	370	249	2,4	1,4	1,0
65 a 69	529	301	228	2,0	1,2	0,9
70 a 74	415	252	163	1,6	1,0	0,6
75 a 79	284	183	101	1,1	0,7	0,4
+ de 80	273	165	108	1,1	0,6	0,4
Total	25 861	13 625	12 236	100,0	52,7	47,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Todo esto está mostrando que existe una emigración sumamente fuerte, y que la misma se inicia relativamente temprano en la vida de los individuos, manifestándose incluso para el grupo de 15 a 19 años, y más marcadamente para el siguiente. Además, es significativa la gran diferencia de las líneas correspondientes a los sexos para el grupo de 20 a 24 años, con un alto predominio de hombres, que estaría mostrando una emigración más alta de mujeres.



En la base de ello está sin duda la crisis que experimenta esta región desde hace ya algunos años, respecto a la generación de fuentes de trabajo, o más bien, a la pérdida de las mismas, a raíz de la desaparición casi completa de la producción bananera en esta zona, que se constituía en una de las fuentes de empleo principales para la población local.

Estos mismos fenómenos, aunque en forma más marcada, se pueden ver también para el caso del distrito de Cortés, según la información del cuadro B.2.15 y el gráfico 6.

La proporción de personas en edad de trabajo (15 a 64 años) es también de un 60%, pero en este caso la población muestra una población un poco más envejecida, con una proporción de casi el 7% de personas de 65 años y más. La proporción de la población es un poco más equilibrada por sexo, aunque siempre con un ligero predominio de hombres sobre mujeres.

Asimismo, la baja natalidad se refleja en el tamaño de los grupos de edad más joven respecto al de 10 a 14 años, pero aquí es claro que el efecto de la salida de personas en edad fértil es aún mayor que para la totalidad del cantón.

Lo que es extremadamente marcado en este distrito es el efecto de la salida por emigración de adolescentes y adultos jóvenes, manifiesta en la gran diferencia del tamaño de las barras de los grupos de 15 a 19 y de 20 a 24 años respecto al grupo de 10 a 14 años. Para este distrito se puede afirmar que la emigración empieza muy rápido en la vida, y tiene un efecto extremo en la estructura con la salida de una proporción muy alta de las personas que se encuentran en una de las fases de más capacidad productiva.

La gran diferencia por sexo entre las barras correspondientes a hombres y mujeres, a favor de estos mismos para el grupo de 15 a 19 años, indica la tendencia a la emigración de muchachas a una edad relativamente temprana, muy probablemente motivada por la ausencia de oportunidades laborales.

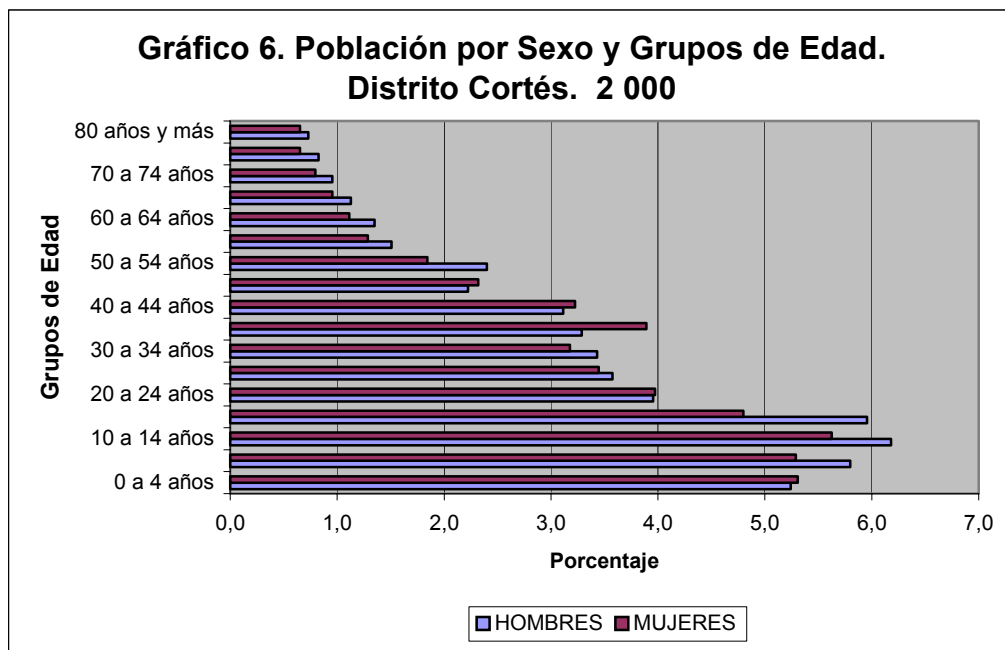
En el caso del distrito de Palmar, se presentan estos mismos fenómenos, solo que en forma aún más marcada, provocada lógicamente por el proceso de retroceso que viene experimentando la población de este distrito. Es significativo que en el mismo era donde la presencia de la producción bananera era mayor, y lógicamente donde el efecto de la crisis de la misma sobre la población es más profundo.

La proporción entre hombres y mujeres es favorable a los primeros, pero la diferencia no es muy marcada, y la proporción de personas en edad de trabajar corresponde al 60% de la población (cuadro B.2.16 y gráfico 7).

Cuadro B.2.15. Distribución de la Población del Distrito de Cortés por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Cortés					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	664	330	334	10,5	5,2	5,3
5 a 9	698	365	333	11,1	5,8	5,3
10 a 14	743	389	354	11,8	6,2	5,6
15 a 19	677	375	302	10,8	6,0	4,8
20 a 24	499	249	250	7,9	4,0	4,0
25 a 29	442	225	217	7,0	3,6	3,4
30 a 34	416	216	200	6,6	3,4	3,2
35 a 39	452	207	245	7,2	3,3	3,9
40 a 44	399	196	203	6,3	3,1	3,2
45 a 49	286	140	146	4,5	2,2	2,3
50 a 54	267	151	116	4,2	2,4	1,8
55 a 59	176	95	81	2,8	1,5	1,3
60 a 64	155	85	70	2,5	1,4	1,1
65 a 69	131	71	60	2,1	1,1	1,0
70 a 74	110	60	50	1,7	1,0	0,8
75 a 79	93	52	41	1,5	0,8	0,7
+ de 80	87	46	41	1,4	0,7	0,7
Total	6 295	3 252	3 043	100,0	51,7	48,3

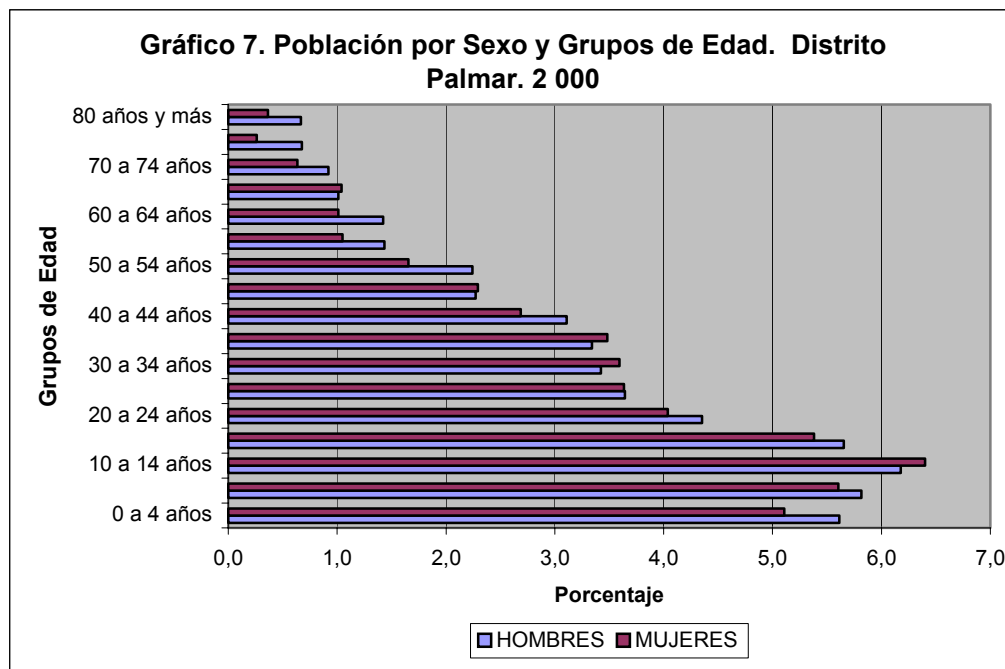
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.16. Distribución de la Población del Distrito de Palmar por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Palmar					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	1 062	556	506	10,7	5,6	5,1
5 a 9	1 131	576	555	11,4	5,8	5,6
10 a 14	1 246	612	634	12,6	6,2	6,4
15 a 19	1 093	560	533	11,0	5,7	5,4
20 a 24	831	431	400	8,4	4,4	4,0
25 a 29	721	361	360	7,3	3,6	3,6
30 a 34	695	339	356	7,0	3,4	3,6
35 a 39	676	331	345	6,8	3,3	3,5
40 a 44	574	308	266	5,8	3,1	2,7
45 a 49	452	225	227	4,6	2,3	2,3
50 a 54	386	222	164	3,9	2,2	1,7
55 a 59	246	142	104	2,5	1,4	1,0
60 a 64	241	141	100	2,4	1,4	1,0
65 a 69	203	100	103	2,0	1,0	1,0
70 a 74	154	91	63	1,6	0,9	0,6
75 a 79	93	67	26	0,9	0,7	0,3
+ de 80	102	66	36	1,0	0,7	0,4
Total	9 906	5 128	4 778	100,0	51,8	48,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



El efecto de la emigración de adolescentes y adultos jóvenes es similar, aunque más marcado que en la zona anterior, reflejando una pérdida de la fuerza de trabajo con más capacidad hacia otras áreas del país. Nuevamente, es significativo que la tendencia a la emigración tenga una manifestación fuerte incluso en el grupo de 15 a 19 años, y que tanto para ese grupo como para el siguiente, se muestre una migración más acentuada de mujeres.

Al hacer un balance de todas estas tendencias demográficas para estos cantones y distritos fronterizos, es claro que en general toda el área tiene un crecimiento demográfico reducido, y en algunos casos estancamiento y retroceso de la población. A partir de esas tendencias, no se estaría generando una presión importante para la ocupación de nuevas áreas para el desarrollo habitacional.

B.2.1.2.1.2. Los cantones de Buenos Aires y Pérez Zeledón

Estos dos cantones de la Región Brunca conforman una amplia zona del país, ya que se trata de dos unidades territoriales de considerable extensión. Los principales poblados en ellos están constituidos por la ciudad de San Isidro, centro urbano de gran tamaño que concentra una serie de servicios estatales y comercio con proyección regional, y la ciudad de Buenos Aires, cabecera del cantón del mismo nombre.

Además de esos centros, Pérez Zeledón cuenta con una serie de pueblos medianos en las cabeceras de los distintos distritos, entre los que se destacan Palmares y General Viejo, que en sentido amplio se pueden considerar como parte de una especie de Área Metropolitana de San Isidro, San Pedro, Pejibaye, Cajón y Rivas, en tanto que Buenos Aires concentra su población en poblados exclusivamente en la ciudad de Buenos Aires,

en tanto que el resto de los poblados son sumamente pequeños, con una amplio predominio de población rural dispersa.

En lo que se refiere al cantón de Buenos Aires, el mismo tenía en el año 2 000 una población de 40 139 habitantes, de los cuales solamente 1 435 personas residían en el distrito de Colinas, que es la única zona del cantón atravesada por el trazado de la línea de transmisión (cuadros B.2.17 y B.2.18).

Al analizar las tendencias del crecimiento de la población, se puede ver que la totalidad del cantón tuvo un crecimiento de casi el 45% en los 16 años transcurridos entre 1 984 y el 2 000, lo que representa un aumento considerable aunque bastante inferior al correspondiente al país (13 puntos porcentuales por debajo). Sin embargo, esa pauta para todo el cantón es el resultado de un panorama sumamente diverso entre los distritos, de forma que mientras el distrito primero duplicó su población en el periodo considerado, y el distrito de Biolley creció aún más, y Volcán tuvo un aumento muy alto, muy superior al país, el resto de los distritos oscilan entre un crecimiento muy lento o estancamiento, y retroceso en el número de sus habitantes.

Así, es claro que el dinamismo de la zona se concentra en gran parte en la ciudad de Buenos Aires y sus alrededores, y Volcán, en gran parte generado alrededor de la producción y procesamiento de la piña para la exportación, en tanto que el resto del cantón pareciera no estar generando fuentes de empleo suficientes, lo que genera corrientes fuertes de emigración de población hacia otras partes del país.

Cuadro B.2.17. Población del Cantón de Buenos Aires por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	27 716	40 139	44,8
Buenos Aires	8 295	16 843	103,1
Volcán	3 551	6 471	82,2
Potrero Grande	5 219	5 162	-1,1
Boruca	2 861	2 870	0,3
Pilas	1 597	1 575	-1,4
Colinas	1 757	1 435	-18,3
Chánguena	3 037	2 715	10,6
Biolley	1 399	3 068	119,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.18. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Buenos Aires por Distritos. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Buenos Aires	29,9	42,0
Volcán	12,8	16,0
Potrero Grande	18,8	12,9
Boruca	10,3	7,2
Pilas	5,8	3,9
Colinas	6,3	3,6
Chánguena	11,0	6,8
Biolley	5,1	7,6
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.17 de este informe.

Desde el punto de vista demográfico, se puede constatar una concentración cada vez más alta de la población en la ciudad y el distrito de Buenos Aires, que en la actualidad concentra el 42% de los pobladores del cantón, y secundariamente en Volcán, de forma que en esos dos distritos se localiza casi el 60% de los habitantes.

En el resto del territorio, en el que predomina la agricultura de subsistencia junto a la ganadería extensiva y la actividad forestal, pareciera que la situación es de estancamiento o retroceso. Es importante señalar que en esta zona se ubican territorios indígenas, especialmente en el distrito de Boruca, que también muestran una situación de estancamiento poblacional, y que no son afectados en lo absoluto por la línea.

En el caso del distrito de Colinas, el que más interesa por ser el único tocado por el trazado de la línea de transmisión, la situación es extrema, ya que en el periodo de referencia la población disminuyó en un 18,3%, de forma que su peso en el cantón pasó del 6,3 al 3,6% del total de habitantes del mismo.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, se puede ver que para el cantón lo que existe es una situación polarizada, ya que un poco más de la cuarta parte de los habitantes están en la zona urbana, en tanto que prácticamente todo el resto es población rural dispersa (cuadro B.2.19). Además, toda esa población urbana se concentra exclusivamente en la ciudad de Buenos Aires.

Cuadro B.2.19. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Buenos Aires y Distrito de Colinas. 2 000.

Zona Urbano Rural	Cantón Buenos Aires		Distrito Colinas	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	10 266	25,6	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	1 647	4,1	0	--
Rural Disperso	28 226	70,3	1 435	100,0
Total	40 139	100,0	1 435	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En el distrito de Colinas, por su parte, toda la población es clasificada como rural dispersa, por lo que se puede afirmar que no existen concentraciones significativas de población. Desde el punto de vista de la línea de transmisión, es claro que en esta área no se está dando ningún tipo de presión por la ocupación de nuevas áreas para la construcción de viviendas, ya que la población está en un proceso de disminución, y que el patrón de poblamiento rural disperso no genera limitantes significativos para el trazado de la línea.

La estructura por edad y sexo del cantón indica la presencia de una población sumamente joven, con una proporción del 41,8% de personas menores de 15 años, y un 4,1% de personas de 65 años y más, lo que deja un porcentaje de población en edad de trabajar (15 a 64 años), del 54,1%, la menor de las analizadas hasta el momento (cuadro B.2.20 y gráfico 8). De esta estructura se deduce que la carga de personas en edad inactiva sobre cada persona en edad activa es alta.

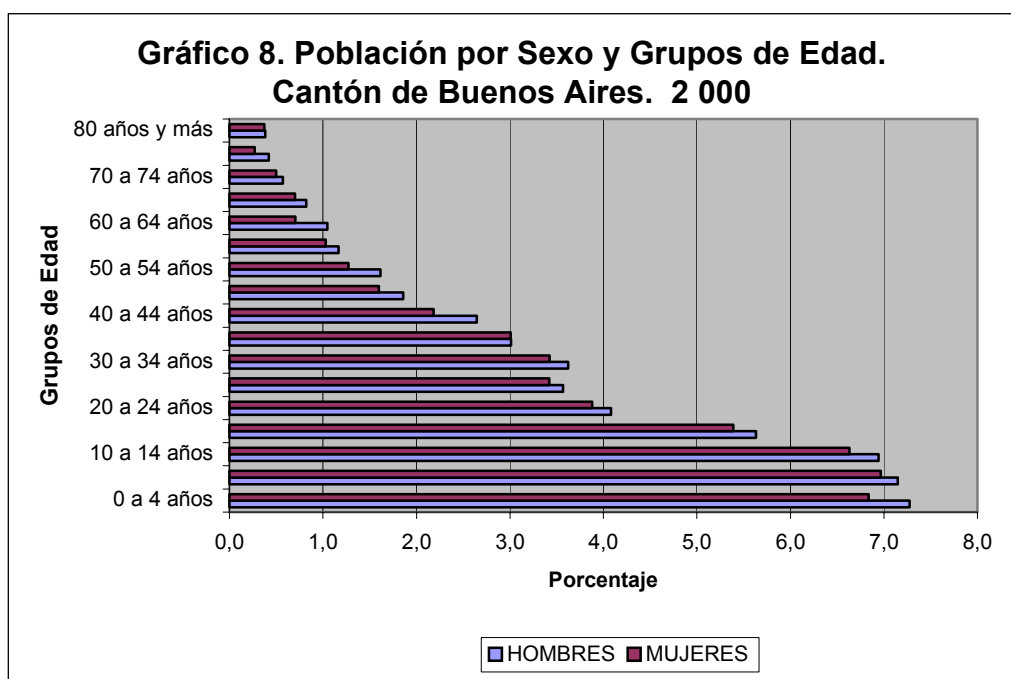
Pareciera que lo anterior tiene su origen en la presencia de patrones de fecundidad altos, ya que es claro que en la estructura por edades los grupos de edad menor tienen un tamaño superior que los siguientes, lo que puede verse particularmente en el tamaño superior de los grupos de 0 a 4 y de 5 a 9 años respecto al de 10 a 14.

Además, es importante considerar que este cantón muestra, al igual que todas las zonas analizadas hasta ahora, el efecto de la emigración de adultos jóvenes, ya que el tamaño del grupo de 20 a 24 años es considerablemente inferior al anterior (15 a 19 años). Esto es importante de discutir con cuidado, pues hay que tomar en cuenta que los datos correspondientes al cantón son la combinación de la dinámica de áreas de alto crecimiento de población, con otras de estancamiento o reducción, pero en promedio es claro que el área está perdiendo por emigración a una fracción de sus jóvenes, y en mayor proporción a mujeres en edad productiva y reproductiva (en los grupos entre 20 y 40 años se tiene una proporción más alta de hombres que de mujeres).

Cuadro B.2.20. Distribución de la Población del Cantón de Buenos Aires por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Cantón de Buenos Aires					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	5 664	2 920	2 744	14,1	7,3	6,8
5 a 9	5 665	2 869	2 796	14,1	7,1	7,0
10 a 14	5 449	2 787	2 662	13,6	6,9	6,6
15 a 19	4 424	2 261	2 163	11,0	5,6	5,4
20 a 24	3 196	1 639	1 557	8,0	4,1	3,9
25 a 29	2 805	1 432	1 373	7,0	3,6	3,4
30 a 34	2 830	1 455	1 375	7,1	3,6	3,4
35 a 39	2 415	1 208	1 207	6,0	3,0	3,0
40 a 44	1 938	1 062	876	4,8	2,6	2,2
45 a 49	1 387	746	641	3,5	1,9	1,6
50 a 54	1 159	648	511	2,9	1,6	1,3
55 a 59	883	469	414	2,2	1,2	1,0
60 a 64	703	420	283	1,8	1,0	0,7
65 a 69	611	329	282	1,5	0,8	0,7
70 a 74	429	229	200	1,1	0,6	0,5
75 a 79	277	169	108	0,7	0,4	0,3
+ de 80	304	154	150	0,8	0,4	0,4
Total	40 139	20 797	19 342	100,0	51,8	48,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Así, si aún ante la presencia de la salida por emigración de mujeres en edad fértil se tiene una alta proporción de menores de 10 años, esto solo puede estar originado en la presencia de altos niveles de fecundidad en las mujeres, más altos que los predominantes en el país.

Por su parte, la estructura por edad y sexo correspondiente al distrito de Colinas, es sumamente irregular, como es lógico en una población pequeña y sometida al efecto de fuertes corrientes de emigración, según puede verse en el cuadro B.2.21 y el gráfico 9. La proporción de menores de 15 años es del 41-2%, en tanto que los de 65 años y más son apenas el 2,9%, lo que deja un 56% de personas en edad de trabajar (15 a menos de 65 años). La carga de personas en edad inactiva sobre las activas es alta, y se origina principalmente por la alta fecundidad y la emigración de los adultos jóvenes, ya que la proporción de viejos es muy reducida.

Si bien aunque en apariencia la fecundidad es más baja en este distrito, ya que los grupos de edad de 0 a 4 y 5 a 9 años son más pequeños que el correspondiente a 10 a 14, ello más bien parece ser un efecto de la fuerte emigración de población en edad fértil, y especialmente de mujeres.

Así, si se analiza el gráfico B.2.9, se puede constatar que la barra correspondiente a las mujeres de 20 a 24 años es prácticamente la mitad de la del grupo de 10 a 14, y como un tercio menor que la correspondiente al grupo de 15 a 19 años, lo que es un indicador claro de la fuerte emigración de mujeres jóvenes, en edad productiva y reproductiva.

La tendencia a la emigración de adolescentes y adultos jóvenes es extrema en este distrito, lo se manifiesta claramente en la diferencia del tamaño de las barras correspondientes a los grupos entre 15 y 24 años con respecto al grupo de 10 a 14. Asimismo, es clara la salida más acentuada de mujeres, de forma que la diferencia por sexo de las barras a favor de los hombres es extremadamente marcada en todos los grupos de edad desde los 15 a los 49 años, que es precisamente la etapa de edad fértil en términos generales de las mujeres.

La situación del cantón de Pérez Zeledón, por su parte, es igualmente heterogénea en sus distritos como en Buenos Aires, con la diferencia de que en el mismo la línea de transmisión tocaría cuatro distritos: San Isidro del General, Platanares, Pejibaye y Barú.

El crecimiento poblacional correspondiente a la totalidad del cantón se puede considerar relativamente elevado para una zona en la que predomina la población rural, de forma que el número de habitantes aumentó en un 48,3% en los 16 años que van de 1 984 al 2 000 (cuadro B.2.22). Este aumento es inferior en un poco más de 9 puntos porcentuales al correspondiente a la totalidad del país, y al interior de los distritos es sumamente desigual, como ya se mencionó.

El distrito de San Isidro del General, en el que se ubica la ciudad más importante de toda la Región Brunca, San Isidro, tuvo un aumento similar al del cantón, con un 45,9% en el periodo considerado. Es importante mencionar que en los distritos aledaños de Daniel Flores y General, una parte de cuya población se puede afirmar que forma parte de lo que sería el "Gran San Isidro", aumentaron considerablemente su población, con porcentajes

correspondientes del 64,5% y 101,7%, lo que permite afirmar que en este cantón existe un eje de concentración de población urbana, periferia urbana y rural concentrada conformada por la ciudad de San Isidro y sus alrededores, que muestra un gran dinamismo demográfico.

Cuadro B.2.21. Distribución de la Población del Distrito de Colinas por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Colinas					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	182	97	85	12,7	6,8	5,9
5 a 9	196	95	101	13,7	6,6	7,0
10 a 14	212	103	109	14,8	7,2	7,6
15 a 19	166	86	80	11,6	6,0	5,6
20 a 24	116	61	55	8,1	4,3	3,8
25 a 29	102	65	37	7,1	4,5	2,6
30 a 34	93	51	42	6,5	3,6	2,9
35 a 39	101	50	51	7,0	3,5	3,6
40 a 44	67	39	28	4,7	2,7	2,0
45 a 49	57	36	21	4,0	2,5	1,5
50 a 54	47	20	27	3,3	1,4	1,9
55 a 59	29	14	15	2,0	1,0	1,0
60 a 64	28	18	10	2,0	1,3	0,7
65 a 69	22	14	8	1,5	1,0	0,6
70 a 74	7	5	2	0,5	0,3	0,1
75 a 79	3	3	0	0,2	0,2	0,0
+ de 80	7	3	4	0,5	0,2	0,3
Total	1 435	760	675	100,0	53,0	47,0

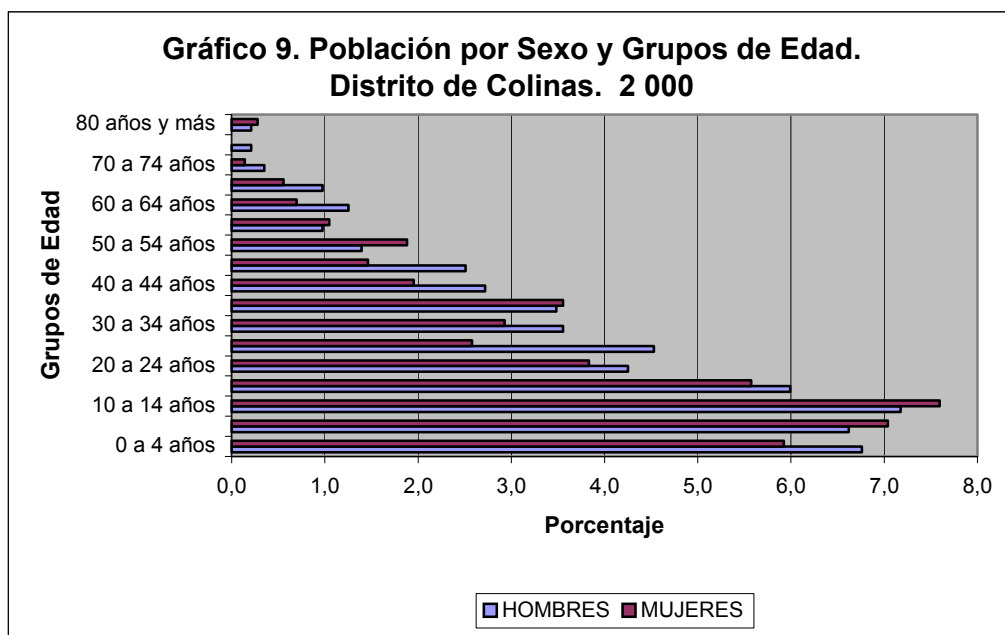
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En los restantes distritos lo que se tiene es una situación de crecimiento moderado en El Páramo, lento en Platanares, estancamiento en Pejibaye y disminución de la población en Río Nuevo y Barú.

En lo que se refiere a los cuatro distritos atravesados por el trazado de la línea de transmisión, se puede afirmar que solamente en San Isidro se estaría generando una presión significativa hacia la ocupación de nuevas áreas por crecimiento de la población, en tanto que esa presión sería reducida en Platanares (su población crece a un ritmo dos veces y media inferior a la media nacional), prácticamente inexistente en Pejibaye, en tanto que en Barú lo que se está produciendo es una disminución de la población.

Es importante considerar que esta dinámica demográfica de los distritos ha llevado a que el distrito de San Isidro tienda a disminuir ligeramente el porcentaje de población que concentra, en tanto que los distritos de General, Daniel Flores, San Pedro y Cajón lo han aumentado, según puede verse en el cuadro B.2.23. En los casos de Platanares,

Pejibaye y Barú su aporte porcentual a la población del cantón ha disminuido, lo que es particularmente acentuado en Barú. Además, con la excepción de San Isidro, el aporte a la población total del cantón, de los cantones que toca el trazado es muy reducido.



Cuadro B.2.22. Población del Cantón de Pérez Zeledón por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	82 370	122 187	48,3
San Isidro de El General	28 261	41 221	45,9
General	3 576	5 882	64,5
Daniel Flores	13 069	26 359	101,7
Rivas	4 977	6 531	31,2
San Pedro	5 581	9 013	61,5
Platanares	5 939	7 308	23,1
Pejibaye	7 916	8 627	9,0
Cajón	4 250	7 467	75,7
Barú	2 829	2 335	-17,5
Río Nuevo	2 898	3 219	-88,9
El Páramo	3 074	4 225	37,4

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Aparte de ese eje, los distritos de San Pedro y Cajón tienen un crecimiento superior a la media nacional, lo que hace presumir que son zonas que han atraído población del resto de cantón y del país.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, en el cantón predomina ampliamente la población rural, con el 69,4% del total (63,1% rural disperso y 6,3% rural concentrado), en tanto que menos de la cuarta parte es población urbana (21,7%), y 9% población de la periferia urbana, según puede verse en el cuadro B.2.24.

La población urbana es más importante en el distrito de San Isidro, constituida por la ciudad del mismo nombre, en el que representa el 64,3% del total, con un porcentaje adicional de 4,9% de población de la periferia urbana.

Cuadro B.2.23. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Pérez Zeledón por Distritos. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	1 984	2 000
San Isidro de El General	34,3	33,7
General	4,3	4,8
Daniel Flores	15,9	21,6
Rivas	6,0	5,3
San Pedro	6,8	7,4
Platanares	7,2	6,0
Pejibaye	9,6	7,1
Cajón	5,2	6,1
Barú	3,4	1,9
Río Nuevo	3,5	2,6
El Páramo	3,7	3,5
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.22 de este informe.

Cuadro B.2.24. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Pérez Zeledón y Distrito de San Isidro del General. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Pérez Zeledón		Distrito San Isidro	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	26 508	21,7	26 508	64,3
Periferia Urbana	10 956	9,0	2 019	4,9
Rural Concentrado	7 679	6,3	0	--
Rural Disperso	77 044	63,1	12 694	30,8
Total	122 187	100,0	41 221	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Sin embargo, es significativo que el resto de la población de ese distrito esté constituida por una ocupación rural dispersa, con un poco más del 30%. Es importante considerar aquí que precisamente el trazado de la línea de transmisión en este distrito se ubica en un área bastante alejada de la ciudad de San Isidro y, por lo tanto considerando estos datos, en un patrón de ocupación del suelo rural disperso.

En los otros tres distritos, según puede verse en el cuadro B.2.25, la totalidad de la población es rural, y más claramente, rural dispersa en su totalidad en los distritos de Platanares y Barú, en tanto que en Pejibaye esta población representa el 91,3% del total, con un pequeño porcentaje del 8,7% de ocupación rural concentrada.

Cuadro B.2.25. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de Platanares, Pejibaye y Barú. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito Platanares		Distrito Pejibaye		Distrito Barú	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Urbana	0	--	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	748	8,7	0	--
Rural Disperso	7 308	100,0	7 879	91,3	2 335	100,0
Total	7 308	100,0	8 627	100,0	2 335	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En cuanto a la distribución de la población por sexo y grupos de edad, el análisis de la información puede verse en los cuadros B.2.26 al 30, y en los gráficos 10 al 14.

Tanto para la totalidad del cantón como para los distritos considerados, la proporción de personas en edad de trabajar (15 a 64 años) con respecto a la población total oscila entre 56 y 58%, en tanto que la población menor de 15 años está entre 37 y 38%, con aproximadamente 5% de personas de 65 años y más.

En lo que se refiere a la proporción entre hombres y mujeres, la misma es muy equilibrada para la totalidad del cantón, pero por distritos se presentan diferencias importantes. En el distrito con más importancia de población urbana, San Isidro, se da un predominio de mujeres respecto a los hombres, en tanto que en los otros tres distritos considerados, de características más rurales, se da la relación inversa, de forma que el número de hombres supera a las mujeres.

Todas las unidades territoriales consideradas presentan un tamaño inferior de los grupos de edad de 0 a 4 y de 5 a 9 años, respecto al grupo de 0 a 14 años.

Como ya se mencionó, esto es un indicador de una disminución de la natalidad, ocasionada tanto por un comportamiento reproductivo que genera un menor número de

nacimientos, como por la emigración de mujeres jóvenes en las edades más reproductivas.

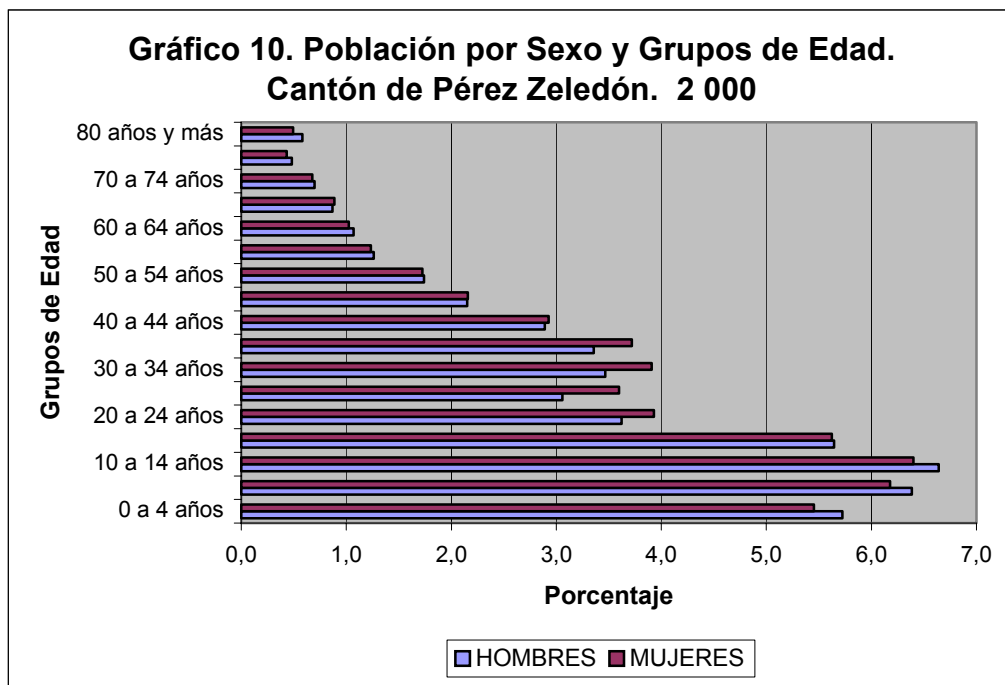
Es importante indicar que esta emigración de adultos jóvenes se puede constatar tanto para la totalidad del cantón como para los distritos considerados. Al respecto, es bueno poner atención al distrito de San Isidro (gráfico 11), que si bien es el de mayor crecimiento poblacional, el mismo es bastante inferior al correspondiente al país, lo que indica la presencia de corrientes de emigración de población hacia otras partes del país, que es claro que se dan al igual que en todas las zonas analizadas, con más intensidad en las edades correspondientes a adolescentes y adultos jóvenes (15 a 25 años).

La salida de adultos jóvenes a otras partes del país es menor en el distrito de San Isidro, en el que puede verse una diferencia menor entre el tamaño de las barras correspondientes al grupo de 20 a 24 años con respecto a los dos anteriores. Asimismo, es interesante ver que en este distrito se da un marcado predominio de mujeres sobre hombres en los grupos de edad entre los 20 y los 35 años, lo que indica que la ciudad de San Isidro genera un número importante de fuentes de trabajo para la población femenina, que tiende tanto a atraer mujeres de otras áreas como a retener a las nativas de la zona.

Cuadro B.2.26. Distribución de la Población del Cantón de Pérez Zeledón por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Cantón Pérez Zeledón					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	13 659	6 995	6 664	11,2	5,7	5,5
5 a 9	15 351	7 803	7 548	12,6	6,4	6,2
10 a 14	15 933	8 114	7 819	13,0	6,6	6,4
15 a 19	13 766	6 896	6 870	11,3	5,6	5,6
20 a 24	9 227	4 424	4 803	7,6	3,6	3,9
25 a 29	8 131	3 736	4 395	6,7	3,1	3,6
30 a 34	9 013	4 237	4 776	7,4	3,5	3,9
35 a 39	8 648	4 102	4 546	7,1	3,4	3,7
40 a 44	7 110	3 534	3 576	5,8	2,9	2,9
45 a 49	5 260	2 626	2 634	4,3	2,1	2,2
50 a 54	4 233	2,125	2 108	3,5	1,7	1,7
55 a 59	3 051	1 542	1 509	2,5	1,3	1,2
60 a 64	2 554	1 305	1 249	2,1	1,1	1,0
65 a 69	2 146	1 062	1 084	1,8	0,9	0,9
70 a 74	1 676	851	825	1,4	0,7	0,7
75 a 79	1 115	587	528	0,9	0,5	0,4
+ de 80	1 314	712	602	1,1	0,6	0,5
Total	122 187	60 651	61 536	100,0	49,6	50,4

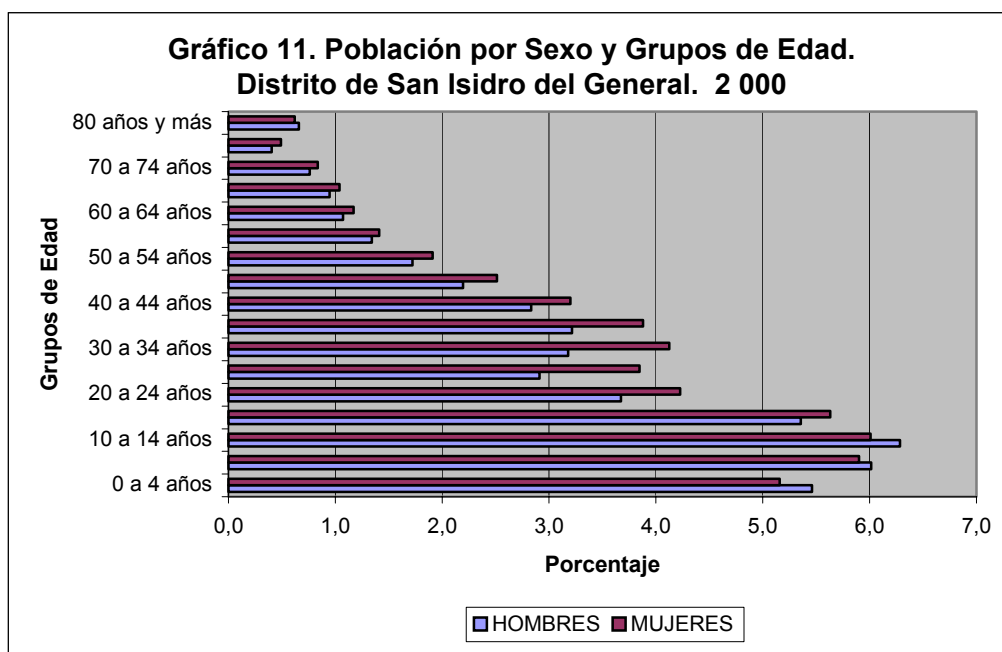
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.27. Distribución de la Población del Distrito de San Isidro del General por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad e Años	Distrito San Isidro del General					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	4 377	2 251	2 126	10,6	5,5	5,2
5 a 9	4 911	2 479	2 432	11,9	6,0	5,9
10 a 14	5 067	2 590	2 477	12,3	6,3	6,0
15 a 19	4 530	2 208	2 322	11,0	5,4	5,6
20 a 24	3 257	1 514	1 743	7,9	3,7	4,2
25 a 29	2 786	1 200	1 586	6,8	2,9	3,8
30 a 34	3 012	1 311	1 701	7,3	3,2	4,1
35 a 39	2 925	1 325	1 600	7,1	3,2	3,9
40 a 44	2 487	1 168	1 319	6,0	2,8	3,2
45 a 49	1 941	905	1 036	4,7	2,2	2,5
50 a 54	1 498	710	788	3,6	1,7	1,9
55 a 59	1 134	553	581	2,8	1,3	1,4
60 a 64	925	442	483	2,2	1,1	1,2
65 a 69	818	390	428	2,0	0,9	1,0
70 a 74	658	314	344	1,6	0,8	0,8
75 a 79	369	166	203	0,9	0,4	0,5
+ de 80	526	271	255	1,3	0,7	0,6
Total	41 221	19 797	21 424	100,0	48,0	52,0

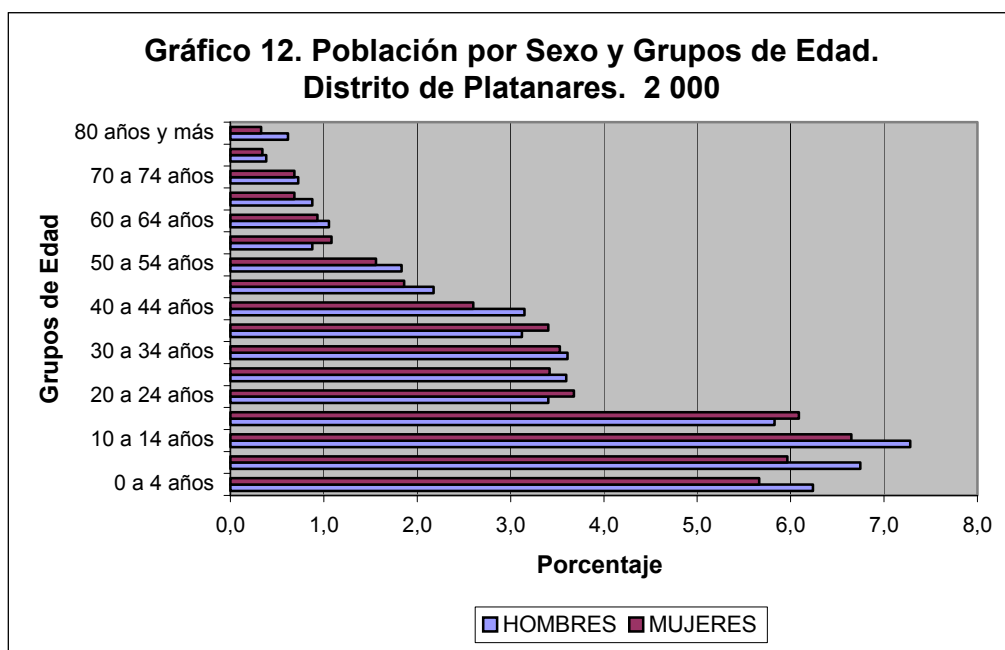
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.28. Distribución de la Población del Distrito de Platanares por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Platanares					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	870	456	414	11,9	6,2	5,7
5 a 9	929	493	436	12,7	6,7	6,0
10 a 14	1 018	532	486	13,9	7,3	6,7
15 a 19	871	426	445	11,9	5,8	6,1
20 a 24	518	249	269	7,1	3,4	3,7
25 a 29	513	263	250	7,0	3,6	3,4
30 a 34	522	264	258	7,1	3,6	3,5
35 a 39	477	228	249	6,5	3,1	3,4
40 a 44	420	230	190	5,7	3,1	2,6
45 a 49	295	159	136	4,0	2,2	1,9
50 a 54	248	134	114	3,4	1,8	1,6
55 a 59	143	64	79	2,0	0,9	1,1
60 a 64	145	77	68	2,0	1,1	0,9
65 a 69	114	64	50	1,6	0,9	0,7
70 a 74	103	53	50	1,4	0,7	0,7
75 a 79	53	28	25	0,7	0,4	0,3
+ de 80	69	45	24	0,9	0,6	0,3
Total	7 308	3 765	3 543	100,0	51,5	48,5

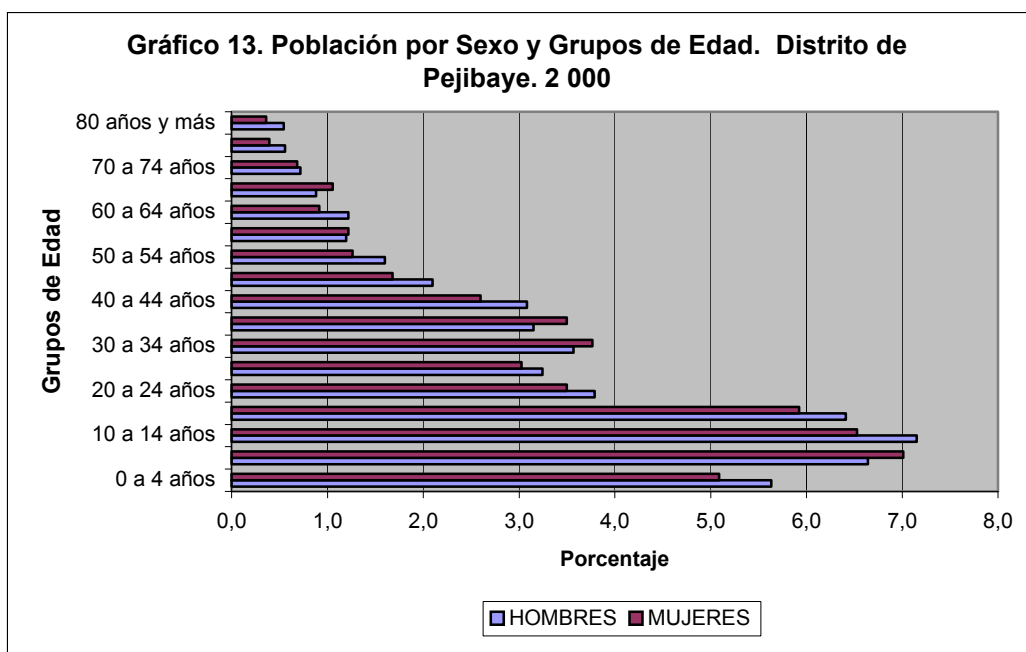
FUENTE: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.29. Distribución de la Población del Distrito de Pejibaye por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Pejibaye					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	925	486	439	10,7	5,6	5,1
5 a 9	1 178	573	605	13,7	6,6	7,0
10 a 14	1 180	617	563	13,7	7,2	6,5
15 a 19	1 064	553	511	12,3	6,4	5,9
20 a 24	629	327	302	7,3	3,8	3,5
25 a 29	541	280	261	6,3	3,2	3,0
30 a 34	633	308	325	7,3	3,6	3,8
35 a 39	574	272	302	6,7	3,2	3,5
40 a 44	490	266	224	5,7	3,1	2,6
45 a 49	326	181	145	3,8	2,1	1,7
50 a 54	247	138	109	2,9	1,6	1,3
55 a 59	208	103	105	2,4	1,2	1,2
60 a 64	184	105	79	2,1	1,2	0,9
65 a 69	167	76	91	1,9	0,9	1,1
70 a 74	121	62	59	1,4	0,7	0,7
75 a 79	82	48	34	1,0	0,6	0,4
+ de 80	78	47	31	0,9	0,5	0,4
Total	8 627	4 442	4 185	100,0	51,5	48,5

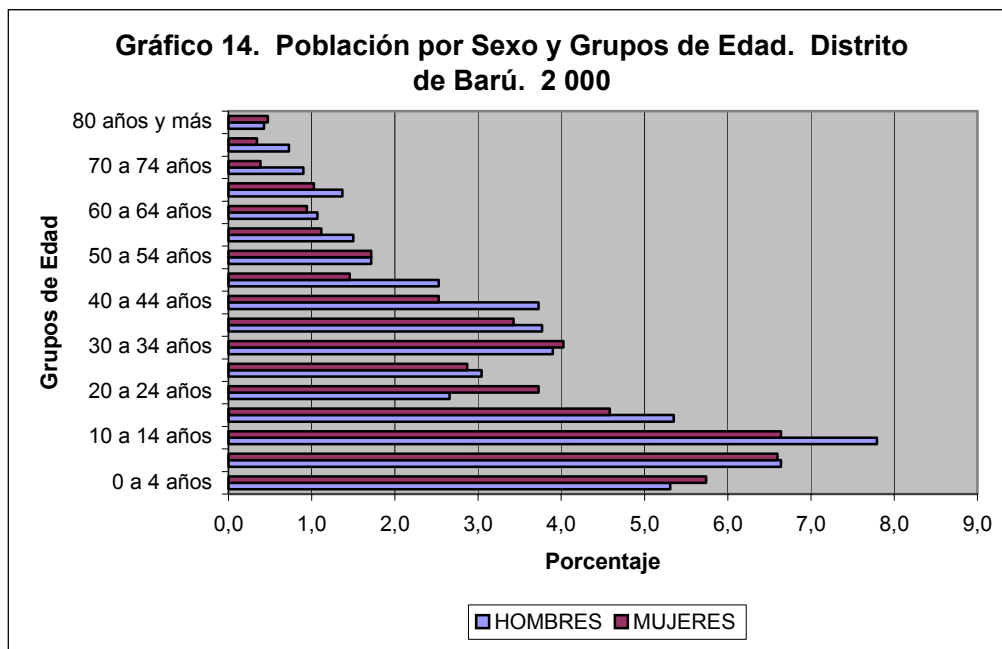
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.30. Distribución de la Población del Distrito de Barú por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en Años	Distrito Barú					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	258	124	134	11,0	5,3	5,7
5 a 9	309	155	154	13,2	6,6	6,6
10 a 14	337	182	155	14,4	7,8	6,6
15 a 19	232	125	107	9,9	5,4	4,6
20 a 24	149	62	87	6,4	2,7	3,7
25 a 29	138	71	67	5,9	3,0	2,9
30 a 34	185	91	94	7,9	3,9	4,0
35 a 39	168	88	80	7,2	3,8	3,4
40 a 44	146	87	59	6,3	3,7	2,5
45 a 49	93	59	34	4,0	2,5	1,5
50 a 54	80	40	40	3,4	1,7	1,7
55 a 59	61	35	26	2,6	1,5	1,1
60 a 64	47	25	22	2,0	1,1	0,9
65 a 69	56	32	24	2,4	1,4	1,0
70 a 74	30	21	9	1,3	0,9	0,4
75 a 79	25	17	8	1,1	0,7	0,3
+ de 80	21	10	11	0,9	0,4	0,5
Total	2 335	1 224	1 111	100,0	52,4	47,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



En los otros distritos la diferencia entre los sexos, con excepciones puntuales, se da más bien a favor de los hombres, indicando que las áreas más rurales tienden a expulsar en mayor grado a la población femenina.

Asimismo, la magnitud de las diferencias entre los grupos de edad de 20 a 24 años y los correspondientes a 10 a 14 y 15 a 19, en los distritos rurales (Platanares, Pejibaye y Barú), son enormes, de forma que en algunos casos la misma llega a ser la mitad. Lógicamente, esto indica una pérdida de población en las edades más productivas para estas áreas, ocasionada por la escasez de fuentes de empleo.

El caso más extremo en este fenómeno se tiene en el distrito de Barú, en el que puede verse una diferencia entre los grupos de edad mencionados que se manifiesta desde el grupo de edad de 15 a 19 años respecto al de 10 a 14, indicando la tendencia a la emigración a una edad muy temprana, incluso en la adolescencia.

B.2.1.2.2. Cantones y distritos de la Región Pacífico Central

Esta región tenía en el año 2 000 una población de 201 352 habitantes, habiendo experimentado un aumento de población del 46,9% en los 16 años transcurridos entre 1 984 y ese año (cuadro B.2.2), porcentaje de crecimiento que es inferior al correspondiente a la totalidad del país (57,7%). Su extensión es de 3 910,58 km², equivalente al 7,7% del territorio nacional, y la densidad es de alrededor 51 hab/km² (Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Informe Anual Región Pacífico Central 2 000**, documento en página web www.mag.go.cr).

El trazado de la línea de transmisión toca a seis cantones de la región, en dos secciones, una de las cuales está constituida por los cantones de Aguirre y Parrita, y el otro por los de Orotina, Esparza, el cantón Central de Puntarenas y Montes de Oro. El trazado de la línea, luego de atravesar Aguirre y Parrita, se interna hacia los cantones de Puriscal y Turrubares de la Región Central Sur, para entrar de nuevo a la Región Pacífico Central en el cantón de Orotina.

Si se consideran los cantones, el trazado toca a casi la totalidad de los que constituyen la región, ya que solamente el cantón de Garabito no está incluido. Sin embargo, si se toma en cuenta únicamente a los distritos por los que pasa, se puede ver que el efecto es más reducido, ya que el trazado solamente toca a ciertos distritos.

La población total de los distritos involucrados es de 108 979 habitantes, lo que representa el 54,1% del total de la población de la región.

B.2.1.2.2.1. Los cantones de Aguirre y Parrita

Estos dos cantones son atravesados en su totalidad por el trazado de la línea de transmisión. Los poblados principales están constituidos por la ciudad de Quepos y el sector turístico de Manuel Antonio, y la ciudad de Parrita, que si bien cuenta con un centro urbano muy desarrollado, tiene una alta densidad poblacional en algunas áreas.

Es importante considerar que el sector turístico ha tenido un desarrollo considerable en los dos cantones, especialmente en el área de la costa, lo que ha dado origen a una ocupación relativamente densa en ciertas áreas con casas de playa, cabinas y algunos hoteles, pero sin que existan poblados considerables aparte de pequeños pueblos de características rurales en el resto del territorio. El trazado se aleja considerablemente del sector costero, por lo que no se da una afectación manifiesta al sector turístico y de casas de veraneo.

El cantón de Aguirre tiene un porcentaje de crecimiento solo un poco inferior al correspondiente al país, con un 51,6% de aumento en el número de habitantes en los 16 años que van de 1984 al 2 000 (cuadro B.2.31), llevando la población para el cantón a 20 188 individuos.

Cuadro B.2.31. Población del Cantón de Aguirre por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	13 319	20 188	51,6
Quepos	9 093	14 925	64,1
Savegre	2 466	2 787	13,0
Naranjito	1 760	2 476	40,7

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Esta pauta de crecimiento es el resultado de la combinación de un alto crecimiento en el distrito de Quepos (64,1 % en el periodo considerado, más de 6 puntos porcentuales por arriba de la media nacional), un aumento relativamente alto en el distrito de Naranjito (40,7%), y prácticamente un estancamiento de la población en Savegre, que muestra un crecimiento más de 40 puntos porcentuales por debajo del correspondiente al país.

Desde este punto de vista, es importante que la presión más alta derivada del crecimiento de población y que podría llevar a la ocupación de áreas nuevas de terreno o al incremento de la densidad de la ocupación, se tienen primordialmente en el distrito de Quepos, y en forma más reducida en Naranjito, en tanto que en Savegre prácticamente no existiría.

Estas pautas de cambio demográfico han generado que la población del cantón se haya ido concentrando cada vez más en el distrito de Quepos, de forma que en el año 2 000 comprende casi tres cuartas partes de la población del cantón, en tanto que ha disminuido la participación de los otros dos distritos y más acentuadamente en Savegre, según puede verse en el cuadro B.2.32.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, a pesar de que para el cantón predomina la población rural, que representa el 66% de la población (58,3% dispersa y 7,7% concentrada), la población urbana representa un tercio de los habitantes (28,9% urbana y 5,1% periferia urbana), según puede verse en el cuadro B.2.33.

La población urbana está concentrada exclusivamente en el distrito de Quepos, y dentro del mismo, en la ciudad del mismo nombre y en la prolongación de la misma hacia el Parque de Manuel Antonio, zona en la que la presencia de establecimientos turísticos diversos es muy alta (hoteles, restaurantes, cabinas, bares y otros comercios). Esta unidad urbana conforma un poblado de alrededor de 7 000 habitantes.

Cuadro B.2.32. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Aguirre por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Quepos	68,3	73,9
Savegre	18,5	13,8
Naranjito	13,2	12,3
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.31 de este informe.

Cuadro B.2.33. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Aguirre y Distrito de Quepos. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Aguirre		Distrito Quepos	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	5 843	28,9	5 843	39,1
Periferia Urbana	1 021	5,1	1 021	6,8
Rural Concentrado	1 547	7,7	1 102	7,4
Rural Disperso	11 777	58,3	6 959	46,6
Total	20 188	100,0	14 925	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Sin embargo, es importante señalar que en el resto del territorio de este distrito predomina una ocupación del tipo rural disperso, que concentra al 46,6% de la población del mismo, en tanto que la población rural concentrada es de únicamente el 7,4%. Esto adquiere una importancia particular ya que el trazado de la línea de transmisión en este distrito se ubica en un sector alejado de la ciudad de Quepos y, por lo tanto, del eje de desarrollo urbano que lleva a una utilización más intensiva del suelo.

En los otros dos distritos del cantón, Savegre y Naranjito, existe un predominio absoluto de la población rural, y dentro de ella de la rural dispersa, ya que solamente en Savegre se tiene un pequeño porcentaje de población rural concentrada.

Cuadro B.2.34. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de Savegre y Naranjito. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito de Savegre		Distrito Naranjito	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	445	16,0	0	--
Rural Disperso	2 342	84,0	2 476	100,0
Total	2 787	100,0	2 476	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La estructura por edad y sexo refleja esa disparidad existente en las pautas de crecimiento entre los distintos distritos, según puede verse en los cuadros B.2.35 a 38 y en los gráficos 15 a 18.

Al analizar la estructura para la totalidad del cantón, 34,4% de los habitantes tiene menos de 15 años, en tanto que 4,7% tiene 65 años y más, lo que deja 60,9% de personas en edad de trabajar (15 a menos de 65 años). Esta proporción de personas en edad activa es un poco mayor en Quepos (casi 62%), y se reduce considerablemente en Savegre y Naranjito (58,3%), lo que parece ser una consecuencia de la tendencia a la emigración de

una parte sustancial de las personas en edad activa, provocando un envejecimiento relativo de la población.

La estructura de la población a nivel del cantón, pero más manifiestamente en el distrito de Quepos, es la más regular de las que se han analizado hasta el momento, lo que indica claramente que el efecto de la emigración de adolescentes y adultos jóvenes es menor en generar esa salida de población, constatado como una constante en las unidades territoriales de bajo crecimiento de población o disminución.

También es claro que el efecto de la baja de la natalidad, reflejado en un tamaño menor de los dos grupos de menor edad respecto al grupo de 10 a 14 años, está presente aquí, aunque la proporción de mujeres en edad fértil no es tan baja como en otras zonas como producto de la emigración.

Considerando el nivel de crecimiento demográfico del distrito de Quepos, que es superior al del país, es claro que una parte del mismo se origina en un saldo migratorio positivo, es decir, llegan a la zona a residir más personas que las que la abandonan. Esta atracción pareciera estar vinculada al desarrollo de esta área como zona turística, con la generación de puestos de trabajo especialmente para personas jóvenes, y de ahí la alta proporción de personas especialmente entre los 20 y los 40 años.

La situación en los otros dos distritos es sustancialmente diferente. En el caso de Naranjito, si bien el crecimiento de la población no es despreciable, es claro que su nivel inferior al nacional está indicando la presencia de corrientes de emigración, lo que es más acentuado para el caso de Savegre. Nuevamente, los distritos de características más rurales son los que presentan un crecimiento y una estructura demográfica fuertemente afectada por la salida de adolescentes y adultos jóvenes, manifestada en la estructura por las fuertes diferencias de tamaño de las barras correspondientes a los grupos de 20 a 24 y 25 a 29 años con la correspondiente al grupo de 15 a 19.

Esta salida de adultos jóvenes, también afecta los niveles de la natalidad al disminuir la cantidad de mujeres en edad fértil, lo que se manifiesta en el pequeño tamaño de las barras correspondientes a los dos grupos más jóvenes, especialmente en el caso de Savegre.

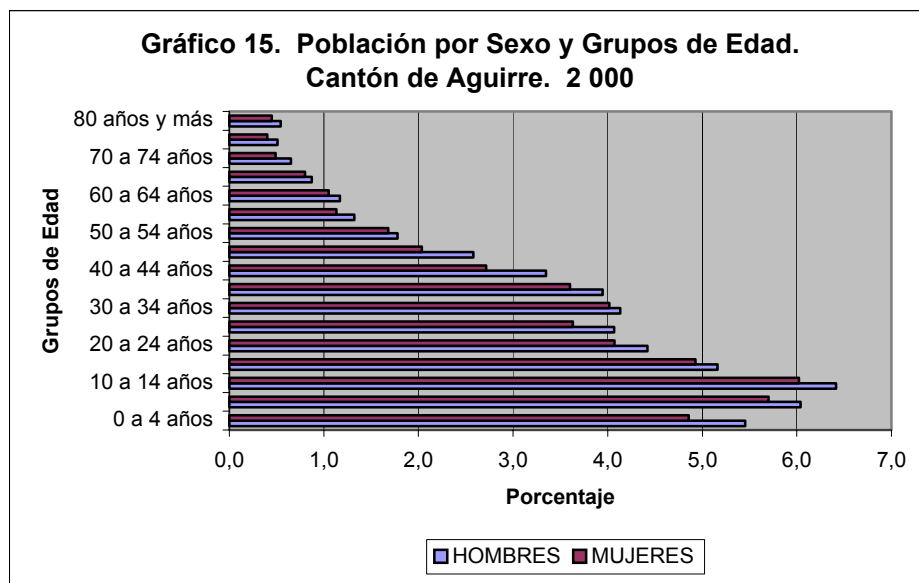
El cantón de Parrita²⁷, por su parte, presenta un aumento poblacional reducido de 23,9% en el periodo 1 984 – 2 000 (cuadro B.2.39), 34 puntos porcentuales que el que corresponde al país, lo que indica la presencia de fuertes corrientes de emigración de personas hacia otras partes del país. En este sentido, esta pauta de crecimiento demográfico no estaría generando una presión importante sobre la ocupación del territorio del cantón.

²⁷ Este cantón no se encuentra dividido en distritos, por lo que presenta la condición, ya poco frecuente en el país, de “distrito único”, por lo que se analiza como una sola unidad territorial.

Cuadro B.2.35. Distribución de la Población por Grupos Quinquenales de Edad. Cantón Aguirre 2 000.

Grupos de Edad en años	Cantón Aguirre					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	2 081	1 101	980	10,3	5,5	4,9
5 a 9	2 370	1 219	1 151	11,7	6,0	5,7
10 a 14	2 511	1 295	1 216	12,4	6,4	6,0
15 a 19	2 037	1 042	995	10,1	5,2	4,9
20 a 24	1 714	892	822	8,5	4,4	4,1
25 a 29	1 554	821	733	7,7	4,1	3,6
30 a 34	1 645	834	811	8,1	4,1	4,0
35 a 39	1 524	797	727	7,5	3,9	3,6
40 a 44	1 224	676	548	6,1	3,3	2,7
45 a 49	932	521	411	4,6	2,6	2,0
50 a 54	698	359	339	3,5	1,8	1,7
55 a 59	496	267	229	2,5	1,3	1,1
60 a 64	448	236	212	2,2	1,2	1,1
65 a 69	338	176	162	1,7	0,9	0,8
70 a 74	231	132	99	1,1	0,7	0,5
75 a 79	184	103	81	0,9	0,5	0,4
+ de 80	201	110	91	1,0	0,5	0,5
Total	20 188	10 581	9 607	100,0	52,4	47,6

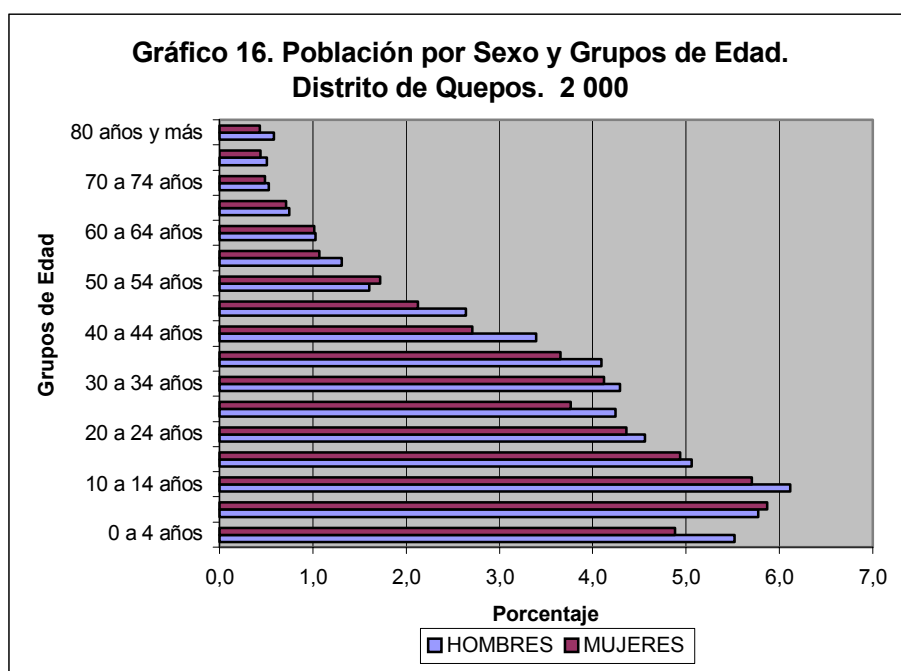
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.36. Distribución de la Población del Distrito de Quepos por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito de Quepos					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	1 553	824	729	10,4	5,5	4,9
5 a 9	1 738	862	876	11,6	5,8	5,9
10 a 14	1 764	913	851	11,8	6,1	5,7
15 a 19	1 492	755	737	10,0	5,1	4,9
20 a 24	1 331	680	651	8,9	4,6	4,4
25 a 29	1 195	633	562	8,0	4,2	3,8
30 a 34	1 256	641	615	8,4	4,3	4,1
35 a 39	1 156	611	545	7,7	4,1	3,7
40 a 44	911	507	404	6,1	3,4	2,7
45 a 49	711	394	317	4,8	2,6	2,1
50 a 54	496	239	257	3,3	1,6	1,7
55 a 59	355	195	160	2,4	1,3	1,1
60 a 64	304	153	151	2,0	1,0	1,0
65 a 69	218	112	106	1,5	0,8	0,7
70 a 74	152	79	73	1,0	0,5	0,5
75 a 79	142	76	66	1,0	0,5	0,4
+ de 80	151	87	64	1,0	0,6	0,4
Total	14 925	7 761	7 164	100,0	52,0	48,0

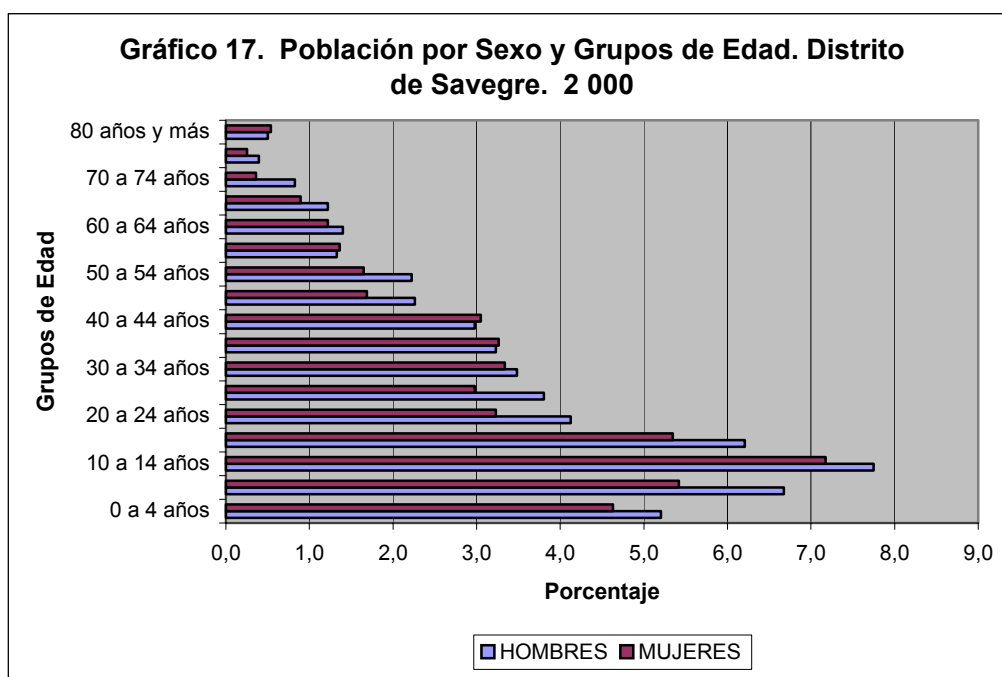
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.37. Distribución de la Población del Distrito de Savegre por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito Savegre					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	274	145	129	9,8	5,2	4,6
5 a 9	337	186	151	12,1	6,7	5,4
10 a 14	416	216	200	14,9	7,8	7,2
15 a 19	322	173	149	11,6	6,2	5,3
20 a 24	205	115	90	7,4	4,1	3,2
25 a 29	189	106	83	6,8	3,8	3,0
30 a 34	190	97	93	6,8	3,5	3,3
35 a 39	181	90	91	6,5	3,2	3,3
40 a 44	168	83	85	6,0	3,0	3,0
45 a 49	110	63	47	3,9	2,3	1,7
50 a 54	108	62	46	3,9	2,2	1,7
55 a 59	75	37	38	2,7	1,3	1,4
60 a 64	73	39	34	2,6	1,4	1,2
65 a 69	59	34	25	2,1	1,2	0,9
70 a 74	33	23	10	1,2	0,8	0,4
75 a 79	18	11	7	0,6	0,4	0,3
+ de 80	29	14	15	1,0	0,5	0,5
Total	2 787	1 494	1 293	100,0	53,6	46,4

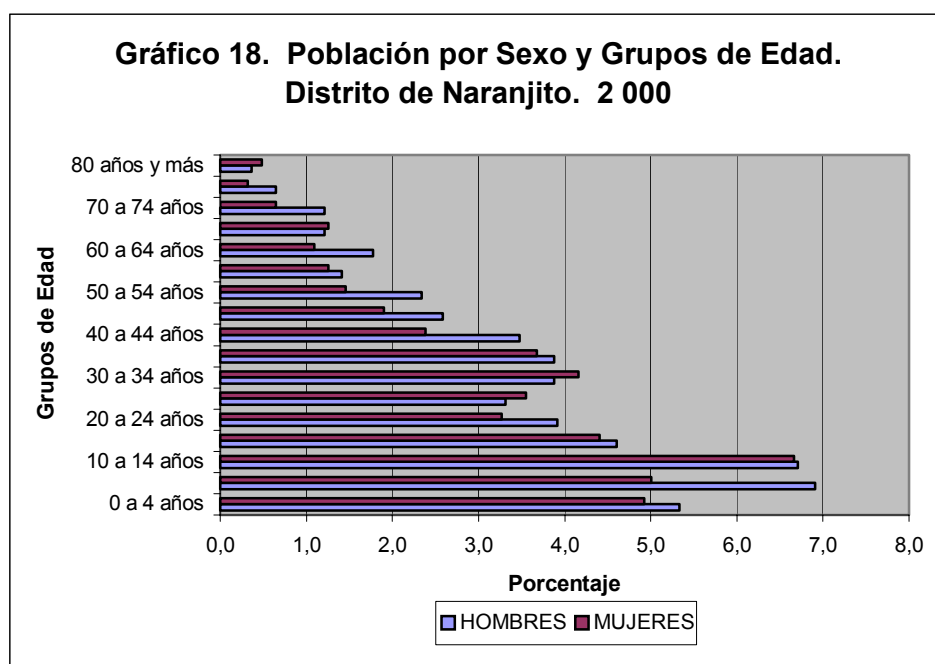
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.38. Distribución de la Población del Distrito de Naranjito por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito Naranjito					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	254	132	122	10,3	5,3	4,9
5 a 9	295	171	124	11,9	6,9	5,0
10 a 14	331	166	165	13,4	6,7	6,7
15 a 19	223	114	109	9,0	4,6	4,4
20 a 24	178	97	81	7,2	3,9	3,3
25 a 29	170	82	88	6,9	3,3	3,6
30 a 34	199	96	103	8,0	3,9	4,2
35 a 39	187	96	91	7,6	3,9	3,7
40 a 44	145	86	59	5,9	3,5	2,4
45 a 49	111	64	47	4,5	2,6	1,9
50 a 54	94	58	36	3,8	2,3	1,5
55 a 59	66	35	31	2,7	1,4	1,3
60 a 64	71	44	27	2,9	1,8	1,1
65 a 69	61	30	31	2,5	1,2	1,3
70 a 74	46	30	16	1,9	1,2	0,6
75 a 79	24	16	8	1,0	0,6	0,3
+ de 80	21	9	12	0,8	0,4	0,5
Total	2 476	1 326	1 150	100,0	53,6	46,4

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.39. Población del Cantón de Parrita y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	9 774	12 112	23,9

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, los datos censales muestran que el cantón no cuenta con una población urbana propiamente, sino que en el poblado de Parrita se tiene una densidad de construcción que la cataloga como “periferia urbana”, con 27,1%, según puede verse en el cuadro B.2.40. Si se considera esta clasificación censal, el cantón no cuenta con una verdadera “ciudad” en sentido estricto.

El resto de la población es rural, un 13,7% concentrada y casi un 60% rural dispersa.

Cuadro B.2.40. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Parrita. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Parrita	
	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--
Periferia Urbana	3 282	27,1
Rural Concentrado	1 665	13,7
Rural Disperso	7 165	59,2
Total	12 112	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Es importante tener en cuenta que este cantón, al igual que el anterior, cuenta con áreas costeras, pero el desarrollo del sector turismo no ha sido tan amplio como en la zona Quepos – Manuel Antonio. Sin embargo, en las playas de esta zona se ha dado un proceso importante de venta de terrenos para casas de veraneo, proceso que no sería atravesado por la línea en lo absoluto por la línea de transmisión, ya que las mismas se separan significativamente de la línea de la costa.

La estructura por edad y sexo de la población es el reflejo de esas pautas demográficas. En primer lugar, el tamaño menor de los grupos de menor edad respecto al correspondiente a los 10 a 14 años, indica una natalidad en disminución, producto de la acción combinada de una disminución del número de hijos y de la emigración de una parte sustancial de los adultos jóvenes, entre los que se incluyen a las mujeres en edad fértil (15 a 49 años), según puede verse en el cuadro B.2.42 y el gráfico 18.

En segundo lugar, la diferencia acentuada del tamaño de los grupos de 20 a 24 y 25 a 29 años respecto a los grupos de 10 a 14 y 15 a 19 años, indica la tendencia generalizada en las zonas analizadas de la emigración de adultos jóvenes a otras partes del país.

Cuadro B.2.41. Distribución de la Población del Cantón de Parrita por Grupos Quinquenales de edad. 2 000.

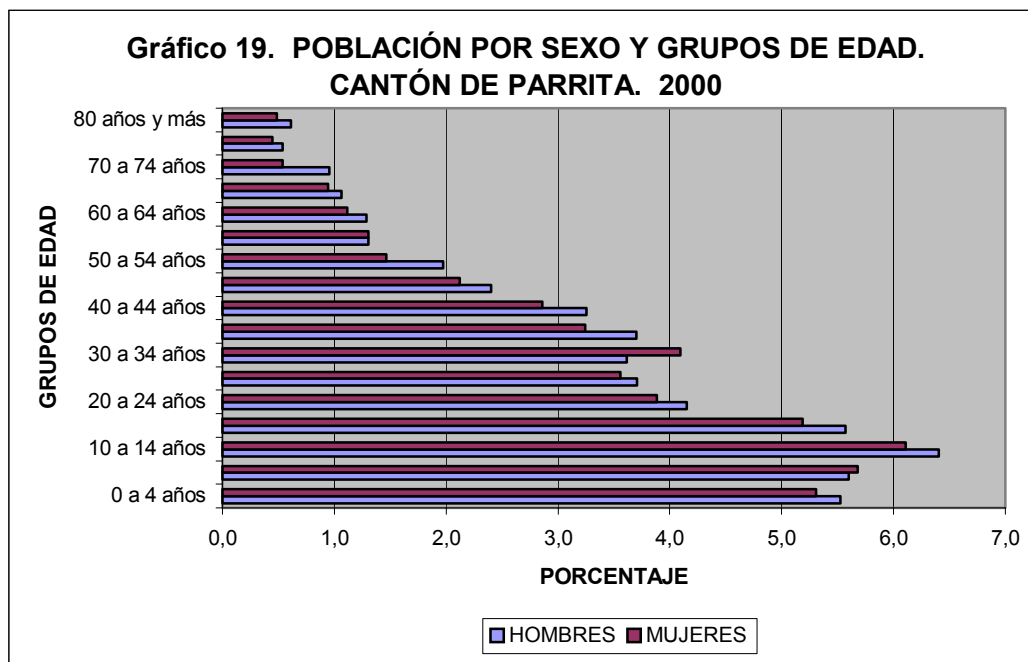
Grupos de Edad en años	Cantón de Parrita					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	1 312	669	643	10,8	5,5	5,3
5 a 9	1 366	678	688	11,3	5,6	5,7
10 a 14	1 516	776	740	12,5	6,4	6,1
15 a 19	1 303	675	628	10,8	5,6	5,2
20 a 24	973	503	470	8,0	4,2	3,9
25 a 29	880	449	431	7,3	3,7	3,6
30 a 34	934	438	496	7,7	3,6	4,1
35 a 39	841	448	393	6,9	3,7	3,2
40 a 44	740	394	346	6,1	3,3	2,9
45 a 49	548	291	257	4,5	2,4	2,1
50 a 54	416	239	177	3,4	2,0	1,5
55 a 59	316	158	158	2,6	1,3	1,3
60 a 64	291	156	135	2,4	1,3	1,1
65 a 69	243	129	114	2,0	1,1	0,9
70 a 74	181	116	65	1,5	1,0	0,5
75 a 79	119	65	54	1,0	0,5	0,4
+ de 80	133	74	59	1,1	0,6	0,5
Total	12 112	6 258	5 854	100,0	51,7	48,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a la población en edad de trabajar (15 a menos de 65 años), la misma es de un 60% del total, lo que no denota una carga excesiva de personas jóvenes y viejas sobre la población en edad activa.

B.2.1.2.2.2. Los cantones de Orotina, Esparza y San Mateo

Estos cantones tienen características físicas que combinan las tierras bajas de una topografía suavemente ondulada, con zonas altas de fuerte pendiente. En ellos se ubican algunos poblados importantes, como son las ciudades de Orotina y Esparza, áreas que incluso se han venido desarrollando como centros habitacionales para personas que tienen sus fuentes de trabajo en zonas cercanas (Caldera y Puntarenas, principalmente). San Mateo tiene un centro poblado de poco tamaño, con el mismo nombre del cantón, y una población rural densa en algunas áreas.



Esta zona ha venido experimentado un desarrollo habitacional considerable, más marcado en Esparza y Orotina, e incipiente en San Mateo, el cual es previsible que se acentúe cuando se concluya y entre en operación la autopista Ciudad Colón – Orotina, así como un mercado de tierras activo, dirigido en gran parte a la venta de terrenos para la construcción de urbanizaciones campestres y casas de veraneo.

Empezando el análisis por el cantón de Orotina, se puede ver que el crecimiento de población es relativamente alto, solamente 8 puntos porcentuales por debajo del crecimiento medio nacional en los 16 años que van de 1 984 al 2 000, según puede verse en el cuadro B.2.42.

Cuadro B.2.42. Población del Cantón de Orotina por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	10 494	15 705	49,7
Orotina	6 539	8 045	23,0
Mastate	1 019	1 624	59,4
Hacienda Vieja	728	890	22,3
Coyolar	1 161	3 636	213,2
Ceiba	1 047	1 510	44,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Ese crecimiento cantonal es el producto de una situación sumamente heterogénea entre los distintos distritos, de forma que mientras el distrito de Orotina y Hacienda Vieja tienen un crecimiento bajo, un poco superior al 20% en el periodo considerado, y el distrito de Ceiba aumenta a un ritmo solo un poco inferior a la media cantonal (44,2%), el distrito de Mastate crece a un ritmo un poco superior al país, y el distrito de Coyolar más que triplica su población en el periodo, aumentando un 213,2% en los 16 años, lo que supone una media anual de más del 13%.

Esta evolución demográfica entre los distritos es sumamente compleja. Es claro en primer lugar que la ciudad de Orotina está creciendo en forma lenta, y son más bien los sectores aledaños del distrito de Coyolar, en el sector ubicado hacia la carretera costanera, los que están creciendo en forma sumamente acelerada, conformando especie de asentamientos cercanos a la ciudad de Orotina, donde se ubica la residencia de familias enteras que se trasladan a vivir al sector, desplazándose desde ahí la fuerza de trabajo a Puntarenas y el sector de Caldera, insertándose en una amplia gama de puestos de trabajo (transporte y manejo de carga vinculadas a los puertos, agencias aduanales, empresas de importación y exportación diversa, establecimientos turísticos y servicios gubernamentales).

No pareciera demasiado arriesgado afirmar que algunos de estos asentamientos estarían conformándose bajo la modalidad de “ciudades dormitorio”, al igual que pareciera estar sucediendo con sectores del cantón de Esparza, que giran alrededor de la actividad de lo que se puede denominar el “Gran Puntarenas”.

Los distritos por los que pasa la línea de transmisión en esta zona son Coyolar y Ceiba. En el primer caso, es claro que la dinámica demográfica está generando un proceso acelerado de ocupación del suelo para la construcción de urbanizaciones y viviendas individuales, lo que representa un elemento de la mayor importancia a considerar en el trazado de la línea. Este proceso, al cual se le añade la presencia manifiesta de un activo mercado de tierras donde se promociona la situación geográfica del lugar por su cercanía a las playas, puertos, atractivos en lo que se refiere a clima y entorno paisajístico y natural, para la construcción de residencias campestres, casas de veraneo y clubes de recreo, genera un aumento del valor del suelo y una disponibilidad de sectores limitada en la que no se haya ya planificado algún tipo de uso del mismo en los sentidos mencionados, que puede ser un factor limitante del proyecto evaluado, en el sentido de aumentar los costos del mismo en la adquisición de las servidumbres y la generación de oposición por los efectos limitantes en el uso del suelo y la modificación paisajística que puede considerarse como un factor negativo para la venta futura de tierras.

En el segundo caso, es decir, el distrito de Ceiba, si bien en la actualidad no se puede decir que se esté generando una fuerte presión sobre el suelo derivada del crecimiento de la población, no debe perderse de vista que el crecimiento demográfico no es tan bajo. Además, este distrito puede ir adquiriendo condiciones para que en un futuro cercano los procesos existentes en Coyolar se proyecten hacia allí (los dos distritos son colindantes), lo que se podría ver acelerado si se abren perspectivas de una pronta construcción de la autopista Ciudad Colón – Orotina.

Lógicamente, una posible apertura de esa carretera aceleraría el proceso de crecimiento demográfico y de ocupación del suelo con fines habitacionales en todo el cantón.

Estas pautas de crecimiento demográfico han provocado una modificación sustancial de la distribución de la población entre los distritos del cantón, según puede verse en el cuadro B.2.43. El más importante de estos cambios es el aumento extremado de la importancia relativa del distrito de Coyolar, que ha pasado a concentrar casi una cuarta parte de la población del cantón, pasando de un 11,1% en 1984 a un 23,2% en el año 2 000.

La importancia relativa del distrito de Orotina ha disminuido, pero si esto se analiza en forma amplia, el eje de desarrollo conformado por Orotina y Coyolar en la actualidad agrupa tres cuartas partes de la población del cantón.

El distrito de Ceiba, por su parte, prácticamente mantiene su peso relativo en el cantón, con una pequeña disminución en ese periodo de 16 años.

Cuadro B.2.43. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Orotina por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Orotina	62,3	51,2
Mastate	9,7	10,3
Hacienda Vieja	6,9	5,7
Coyolar	11,1	23,2
Ceiba	10,0	9,6
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro 42 de este informe.

En cuanto a los patrones de poblamiento, es claro que para el cantón un poco más del 40% es población urbana (32,8% propiamente urbana y 7,4% periferia urbana), en tanto que se encuentra una proporción importante de ocupación rural concentrada (14,5%), y menos de la mitad es población rural dispersa (45%), según puede verse en el cuadro B.2.44.

Cuadro B.2.44. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Orotina y Distritos de Coyolar y Ceiba. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón de Orotina		Distrito Coyolar		Distrito Ceiba	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Urbana	5 148	32,8	0	--	0	--
Periferia Urbana	1 163	7,4	0	--	0	--
Rural Concentrado	2 320	14,8	1 103	30,3	0	--
Rural Disperso	7 074	45,0	2 533	69,7	1 510	100,0
Total	15 705	100,0	3 636	100,0	1 510	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La población urbana se concentra toda en el distrito de Orotina, en tanto que en los dos distritos por donde pasa la línea de transmisión toda la población es rural. Sin embargo, en tanto que en Ceiba toda la población es considerada como rural dispersa, en Coyolar se encuentra un poco más de 30% de población rural concentrada, lo que puede considerarse un indicador de un proceso que se encamina hacia un uso más intensivo del suelo, como ya se ha apuntado.

En lo que se refiere a la estructura de la población por sexo y edad, puede verse la manifestación de una serie de procesos complejos y cuya información aparece en los cuadros B.2.45 a 47 y los gráficos 20 a 22, para el cantón y los distritos involucrados.

En el caso de la totalidad del cantón, es una estructura en que la proporción de viejos es relativamente alta (6,8% de la población del cantón tiene 65 años y más), en tanto que la proporción de menores de 15 años es relativamente baja (31,2%), lo que deja una proporción de personas en edad activa para el cantón de 62%.

Es claro que para el cantón el tamaño de los grupos de edad jóvenes indica una tendencia a la reducción de la natalidad, producto de la combinación de un proceso de disminución del número de hijos y una baja proporción de mujeres en las edades en que se suelen tener mayor número de hijos (20 a 30 años). Este último fenómeno resulta sumamente interesante, ya que el tamaño de los grupos de 20 a 24 y de 25 a 29 años es claramente más reducido que los correspondientes a las edades comprendidas entre los 30 y menos de 40 años.

Esto no puede tener origen en otra cosa que en la combinación de varias tendencias en las que el fenómeno migratorio tiene una presencia primordial. Debe recordarse que la situación del cantón es una suma de la de los diversos distritos, en los que el crecimiento población tiene grandes diferencias.

En primer lugar, es claro que se está produciendo la migración de la población joven a otras áreas del país, manifestado en la poca proporción de personas en los grupos entre los 15 y menos de 25 años, la cual probablemente se manifieste más fuerte en los distritos de más bajo crecimiento.

En segundo lugar, la alta proporción de personas de 65 años y más encontrada para todo el cantón, nos hace pensar que el lugar se ha convertido en una zona atractiva para la residencia de jubilados y rentistas de edad avanzada, que probablemente estarían trasladando su residencia desde el centro del país hacia esta zona. Lógicamente, la combinación de lo anterior con la salida de contingentes de jóvenes, estaría ocasionando ese envejecimiento relativo de la población en los distritos de más bajo crecimiento, especialmente en el distrito central.

En tercer lugar, es claro que el gran crecimiento poblacional del distrito de Coyolar tiene en la base un fenómeno migratorio que ha llevado al ingreso a la zona de familias constituidas, que muy probablemente han adquirido viviendas o terrenos para trasladar su residencia al distrito, ya sea desde otros distritos del país o de otras partes del mismo.

Si se piensa en este tipo de familias, es claro que se trata de parejas de adultos jóvenes y de edad mediana (30 a 45 años), con hijos pequeños y adolescentes muy probablemente, que han llegado a residir al distrito, lo que se manifiesta en el alto tamaño relativo por un lado de los grupos de edad comprendidos entre los 30 y menos de 40 años, y por el otro en la alta proporción de niños entre los 5 y menos de 15 años.

Es interesante que esto conduce a una mayor proporción de gente joven y en edad de trabajo, de forma que esta situación es bastante diferente para el distrito de Coyolar que para la media del cantón.

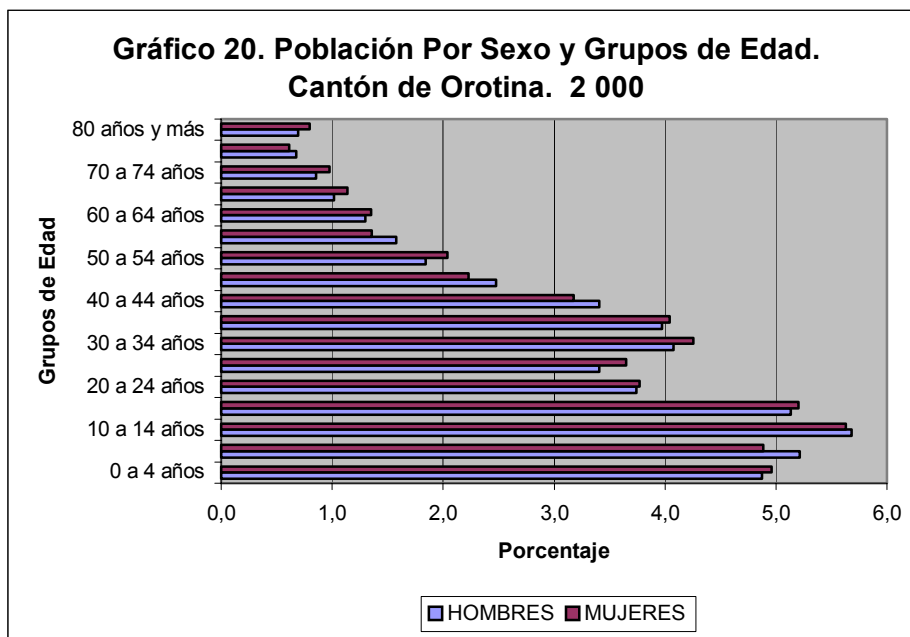
Esto indicaría que el crecimiento de la población del distrito de Coyolar, que es la que alza la media del cantón a un nivel casi igual al del país, se está produciendo por la llegada al mismo de familias constituidas que llegarían a adquirir su vivienda o a construirla en la zona, en una alta proporción en urbanizaciones nuevas.

En el caso de Ceiba, por el contrario, con un crecimiento de población alrededor de 14 puntos porcentuales por debajo de la media nacional, la estructura de la población es muy irregular, con la manifestación de procesos de emigración que parecieran estar afectando más marcadamente a las mujeres jóvenes (se da una proporción más alta de hombres que de mujeres, especialmente entre los adultos jóvenes).

Cuadro B.2.45. Distribución de la Población del Cantón de Orotina por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Cantón de Orotina					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	1 544	765	779	9,8	4,9	5,0
5 a 9	1 586	819	767	10,1	5,2	4,9
10 a 14	1 776	892	884	11,3	5,7	5,6
15 a 19	1 623	806	817	10,3	5,1	5,2
20 a 24	1 180	588	592	7,5	3,7	3,8
25 a 29	1 108	535	573	7,1	3,4	3,6
30 a 34	1 308	640	668	8,3	4,1	4,3
35 a 39	1 259	624	635	8,0	4,0	4,0
40 a 44	1 034	535	499	6,6	3,4	3,2
45 a 49	739	389	350	4,7	2,5	2,2
50 a 54	609	289	320	3,9	1,8	2,0
55 a 59	461	248	213	2,9	1,6	1,4
60 a 64	416	204	212	2,6	1,3	1,3
65 a 69	339	160	179	2,2	1,0	1,1
70 a 74	287	134	153	1,8	0,9	1,0
75 a 79	202	106	96	1,3	0,7	0,6
+ de 80	234	109	125	1,5	0,7	0,8
Total	15 705	7 843	7 862	100,0	49,9	50,1

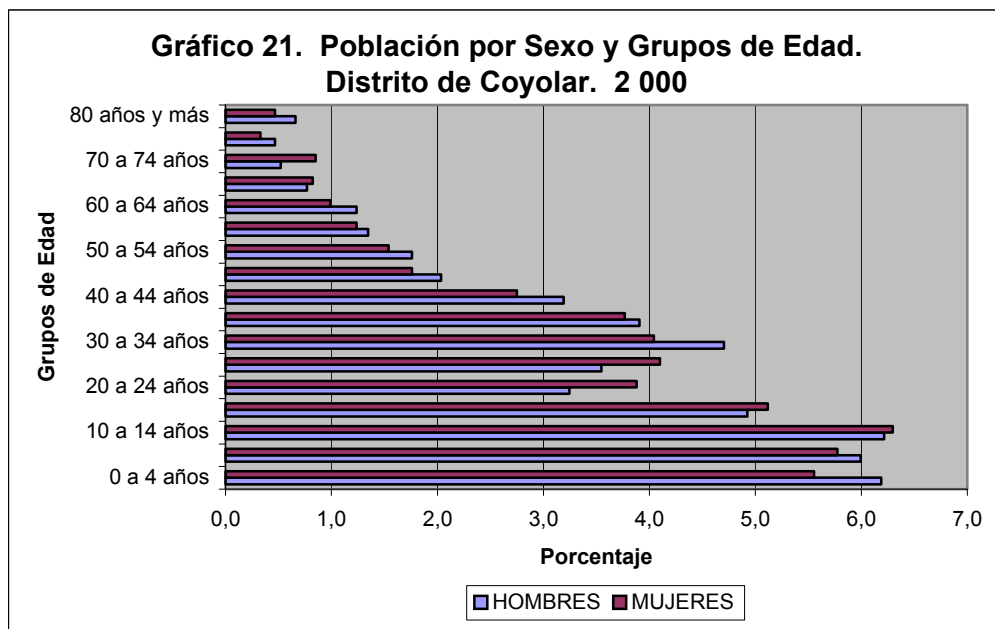
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.46. Distribución de la Población del Distrito de Coyolar por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito de Coyolar					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	427	225	202	11,7	6,2	5,6
5 a 9	428	218	210	11,8	6,0	5,8
10 a 14	455	226	229	12,5	6,2	6,3
15 a 19	365	179	186	10,0	4,9	5,1
20 a 24	259	118	141	7,1	3,2	3,9
25 a 29	278	129	149	7,6	3,5	4,1
30 a 34	318	171	147	8,7	4,7	4,0
35 a 39	279	142	137	7,7	3,9	3,8
40 a 44	216	116	100	5,9	3,2	2,8
45 a 49	138	74	64	3,8	2,0	1,8
50 a 54	120	64	56	3,3	1,8	1,5
55 a 59	94	49	45	2,6	1,3	1,2
60 a 64	81	45	36	2,2	1,2	1,0
65 a 69	58	28	30	1,6	0,8	0,8
70 a 74	50	19	31	1,4	0,5	0,9
75 a 79	29	17	12	0,8	0,5	0,3
+ de 80	41	24	17	1,1	0,7	0,5
Total	3 636	1 844	1 792	100,0	50,7	49,3

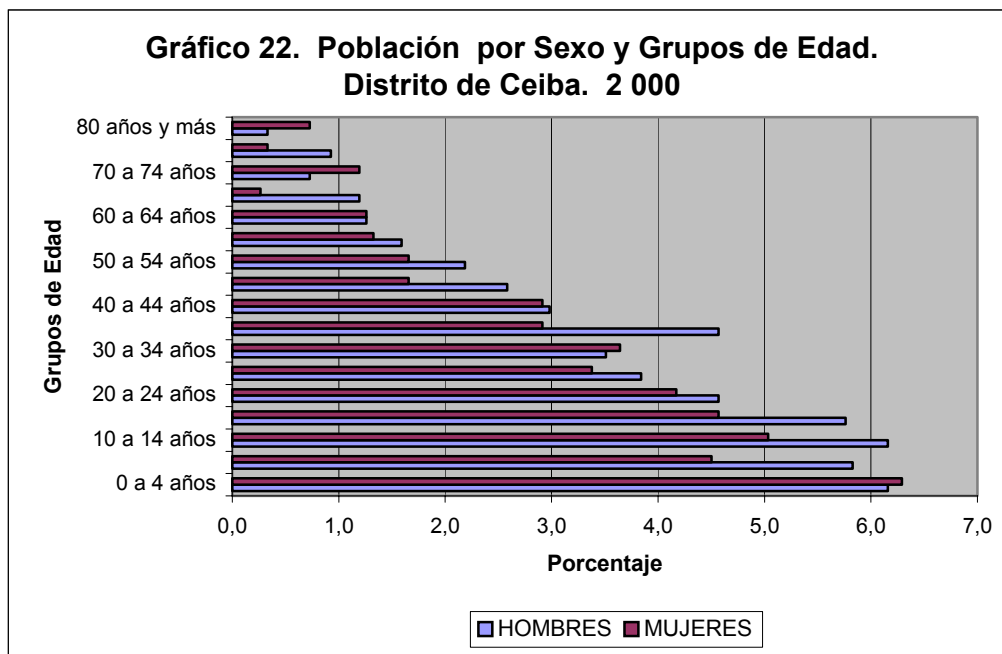
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.47. Distribución de la Población del Distrito de Ceiba por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito de Ceiba					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	188	93	95	12,5	6,2	6,3
5 a 9	156	88	68	10,3	5,8	4,5
10 a 14	169	93	76	11,2	6,2	5,0
15 a 19	156	87	69	10,3	5,8	4,6
20 a 24	132	69	63	8,7	4,6	4,2
25 a 29	109	58	51	7,2	3,8	3,4
30 a 34	108	53	55	7,2	3,5	3,6
35 a 39	113	69	44	7,5	4,6	2,9
40 a 44	89	45	44	5,9	3,0	2,9
45 a 49	64	39	25	4,2	2,6	1,7
50 a 54	58	33	25	3,8	2,2	1,7
55 a 59	44	24	20	2,9	1,6	1,3
60 a 64	38	19	19	2,5	1,3	1,3
65 a 69	22	18	4	1,5	1,2	0,3
70 a 74	29	11	18	1,9	0,7	1,2
75 a 79	19	14	5	1,3	0,9	0,3
+ de 80	16	5	11	1,1	0,3	0,7
Total	1 510	818	692	100,0	54,2	45,8

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Como ya se mencionó, el cantón de Esparza presenta una situación muy similar a la de Orotina, con focos de alto crecimiento poblacional junto a áreas estancadas o en decrecimiento.

El cantón en su conjunto creció a un ritmo prácticamente igual al del país en el periodo de 16 años que va de 1 984 al 2 000 (cuadro B.2.48), incluso dos puntos porcentuales por arriba (59,7% para el cantón y 57,7% para el país). A nivel distrital se puede hablar de la presencia de un eje de crecimiento poblacional constituido por los distritos de Espíritu Santo, con un crecimiento por arriba de la media nacional en más de 6 puntos porcentuales, y el distrito de San Juan Grande, que aumentó a más del doble el número de habitantes en el periodo de referencia, con un ritmo que duplica ligeramente la media nacional.

Cuadro B.2.48. Población del Cantón de Esparza por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	14 998	23 963	59,7
Espíritu Santo	9 649	15 842	64,2
San Juan Grande	1 579	3 437	117,7
Macacona	1 947	2 776	42,6
San Rafael	1 041	1 135	9,0
San Jerónimo	782	773	-1,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Esto ha hecho que la población del cantón tienda a concentrarse en ese eje, constituido por la ciudad de Esparza y el resto del distrito de Espíritu Santo, y San Juan Grande. Según puede verse en el cuadro B.2.49, Espíritu Santo pasó de concentrar el 64,3% en 1 984 al 66,1% de la población del cantón en el 2 000, mientras que la participación de San Juan Grande aumentó del 10,5 al 14,4% en el mismo periodo. Así, esos dos distritos concentran para el año 2 000 un poco más del 80% de la población del cantón.

Es importante mencionar que estos dos distritos son atravesados por la línea de transmisión. En ellos es claro que el crecimiento poblacional está ejerciendo una alta presión para la ocupación de nuevas áreas en la ubicación de viviendas y urbanizaciones, y muy probablemente en la densificación de esa ocupación del suelo.

El otro distrito por el que pasa la línea, San Rafael, tiene un crecimiento poblacional sumamente reducido, que indica la presencia de una fuerte emigración de población hacia otras áreas del país, ya que apenas creció 9% en el periodo de 16 años considerado, lo que significa un crecimiento 6,4 veces menor que la media nacional, y apenas agrupa al 4,7% de los habitantes del cantón. Es claro que en esta área no se presenta una presión significativa sobre el suelo derivada del aumento de población, al contrario de los otros dos distritos.

Cuadro B.2.49. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Esparza por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Espíritu Santo	64,3	66,1
San Juan Grande	10,5	14,4
Macacona	13,0	11,6
San Rafael	7,0	4,7
San Jerónimo	5,2	3,2
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.48 de este informe.

Al igual que en Orotina, en el cantón de Esparza se ha ido generando un crecimiento poblacional encadenado al desarrollo de la ciudad de Puntarenas y el eje Puntarenas – Caldera, que genera una alta atracción de fuerza de trabajo por la multiplicidad de actividades existentes (turismo, puertos, manejo de mercaderías de importación y exportación, y fábricas en zonas francas).

Además, al igual que en Orotina, las partes rurales del cantón, especialmente hacia el sector aledaño a ese cantón, han adquirido un gran atractivo para la construcción de quintas de veraneo, clubes de recreo, y viviendas campestres en general, que han generado un mercado muy activo de tierras, con proyecciones establecidas por los propietarios, que eventualmente pueden generar conflictos con respecto a la ubicación de la línea de transmisión. Esto aspectos deben ser cuidadosamente evaluados.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, lo primero que salta a la vista es la alta proporción de población urbana, que representa para todo el cantón más de la mitad, con un 46,4% de población urbana concentrada y un 10,4% en la periferia urbana, según puede verse en el cuadro B.2.50.

Cuadro B.2.50. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Esparza y Distrito de Espíritu Santo. 2 000.

Zona Urbano Rural	Cantón Esparza		Distrito Espíritu Santo	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	11 079	46,2	10 341	65,3
Periferia Urbana	2 482	10,4	2 482	15,7
Rural Concentrado	910	3,8	0	--
Rural Disperso	9 492	39,6	3 019	19,0
Total	23 963	100,0	15 842	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Esa población urbana se concentra casi exclusivamente en el distrito de Espíritu Santo, es decir, en la ciudad de Esparza, de forma que el 81% de la población de ese distrito es urbana (65,3%), o de la periferia urbana (15,7%). Es claro que el peso de la ciudad es muy marcado en este distrito, ya que la población rural representa menos del 20% del total.

Los otros dos distritos presentan un patrón de poblamiento rural, de forma que el 100% de su población es considerada como rural dispersa (cuadro B.2.51). En el caso de San Rafael este patrón es, por así decirlo, acorde con los patrones de redistribución espacial de la población imperantes en el país, por los que las zonas rurales tienden a tener una población estancada o en disminución.

El caso de San Juan Grande representa un caso sumamente interesante, ya que más que duplica su población en un lapso de apenas 16 años, como ya se ha señalado, y esto ocurre aún cuando se mantiene el patrón de poblamiento rural disperso. Es claro que el distrito ha experimentado la llegada de población del exterior del mismo, que se ha radicado siguiendo ese patrón rural disperso, lo que lleva a pensar en un proceso de aumento paulatino de la densidad de población, pero en el cual lo predominante parece haber sido la construcción de viviendas en lotes o propiedades individuales, y no en urbanizaciones compactas.

Es lógico que esto hace presumir la existencia de un mercado activo de tierras, con un proceso de intensificación del uso del suelo que es importante considerar desde la perspectiva del proyecto que se está evaluando.

Cuadro B.2.51. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de San Juan Grande y San Rafael. 2 000.

Zona Urbano Rural	Distrito San Juan Grande		Distrito San Rafael	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	0	--
Rural Disperso	3 437	100,0	1 135	100,0
Total	3 437	100,0	1 135	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a la estructura por edad y sexo para el cantón y los distritos atravesados por la línea de transmisión, según puede verse en los cuadros B.2.52 a 55 y en los gráficos 23 a 26, el cantón presenta un poco más del 60% de personas en edad de trabajar (15 a menos de 65 años), con una proporción relativamente reducida de viejos y un 32,5% de menos de 15 años.

Si se analiza el gráfico 23 con atención, puede verse que la proporción de personas comprendidas entre los que se podrían denominar adultos jóvenes y de edad mediana (25 a menos de 50 años), resulta particularmente alta, como lo muestran el tamaño de las barras correspondientes a esos grupos de edad. Esto estaría indicando que la zona está atrayendo familias constituidas que llegan a establecerse en ella, de forma que no es manifiesto ese movimiento demográfico de población en edad de trabajar, que se ha encontrado en otras zonas en este estudio.

Sin embargo, es interesante que la barra correspondiente a los 15 a 19 años sea sustancialmente mayor que la que corresponde a los 20 a 24 años, lo que parece indicar que la emigración de jóvenes puede estar ocurriendo, pero en combinación con la entrada de adultos jóvenes en la forma de familias constituidas.

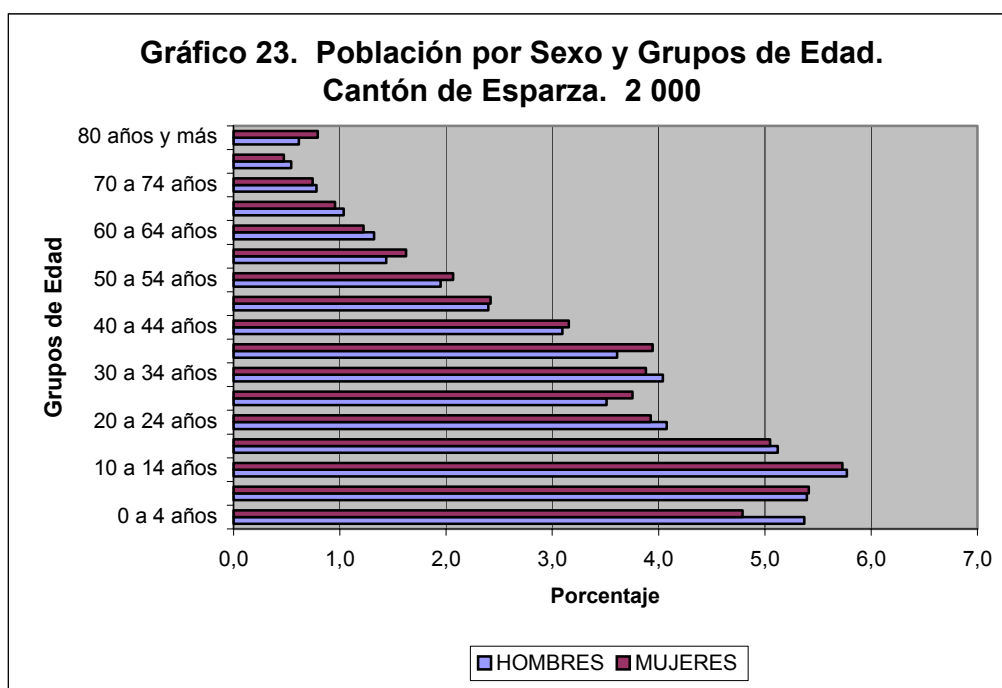
El tamaño menor de las barras correspondientes a menor edad respecto al grupo de 10 a 14 años, indica una tendencia a la reducción de la natalidad, probablemente ocasionada en un número menor de hijos, ya que aquí no se estaría dando el efecto de la salida de mujeres jóvenes en grandes cantidades, como si ocurre en otras zonas.

La estructura descrita para el cantón se manifiesta muy claramente también para los distritos de Espíritu Santo y San Juan Grande, que serían los que está atrayendo esas corrientes migratorias de familias constituidas, que pareciera que están llegando a establecerse en la zona.

Cuadro B.2.52. Distribución de la Población del Cantón de Esparza por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Cantón de Esparza					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombre	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	2 435	1 287	1 148	10,2	5,4	4,8
5 a 9	2 590	1 293	1 297	10,8	5,4	5,4
10 a 14	2 756	1 383	1 373	11,5	5,8	5,7
15 a 19	2 437	1 227	1 210	10,2	5,1	5,0
20 a 24	1 918	977	941	8,0	4,1	3,9
25 a 29	1 741	841	900	7,3	3,5	3,8
30 a 34	1 898	968	930	7,9	4,0	3,9
35 a 39	1 810	865	945	7,6	3,6	3,9
40 a 44	1 498	742	756	6,3	3,1	3,2
45 a 49	1 153	574	579	4,8	2,4	2,4
50 a 54	962	467	495	4,0	1,9	2,1
55 a 59	733	344	389	3,1	1,4	1,6
60 a 64	610	317	293	2,5	1,3	1,2
65 a 69	477	248	229	2,0	1,0	1,0
70 a 74	365	187	178	1,5	0,8	0,7
75 a 79	243	130	113	1,0	0,5	0,5
+ de 80	337	147	190	1,4	0,6	0,8
Total	23 963	11 997	11 966	100,0	50,1	49,9

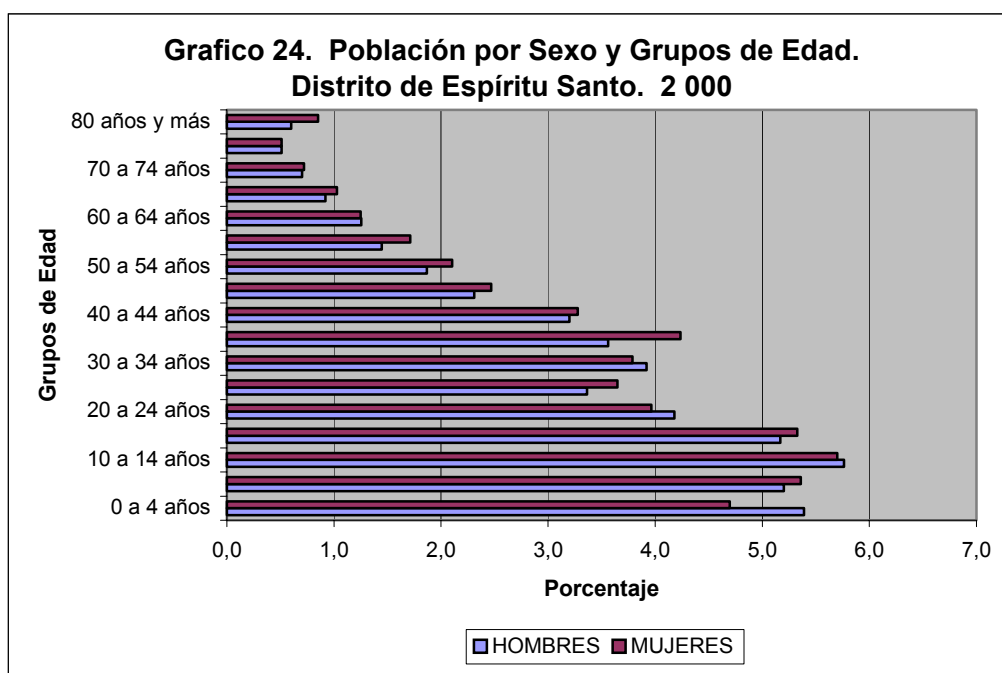
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.53. Distribución de la Población del Distrito de Espiritu Santo por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito Espiritu Santo					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombre	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	1 598	854	744	10,1	5,4	4,7
5 a 9	1 673	824	849	10,6	5,2	5,4
10 a 14	1 816	913	903	11,5	5,8	5,7
15 a 19	1 663	819	844	10,5	5,2	5,3
20 a 24	1 290	662	628	8,1	4,2	4,0
25 a 29	1 111	533	578	7,0	3,4	3,6
30 a 34	1 221	621	600	7,7	3,9	3,8
35 a 39	1 235	564	671	7,8	3,6	4,2
40 a 44	1 026	507	519	6,5	3,2	3,3
45 a 49	757	366	391	4,8	2,3	2,5
50 a 54	629	296	333	4,0	1,9	2,1
55 a 59	500	229	271	3,2	1,4	1,7
60 a 64	397	199	198	2,5	1,3	1,2
65 a 69	309	146	163	2,0	0,9	1,0
70 a 74	225	111	114	1,4	0,7	0,7
75 a 79	162	81	81	1,0	0,5	0,5
+ de 80	230	95	135	1,5	0,6	0,9
Total	15 842	7 820	8 022	100,0	49,4	50,6

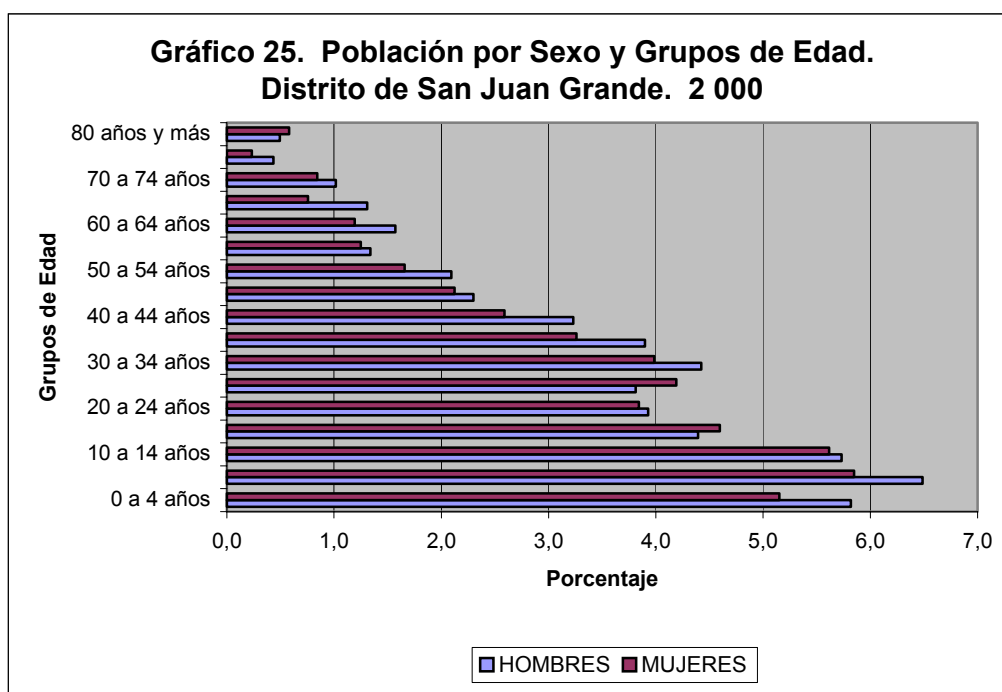
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.54. Distribución de la Población del Distrito de San Juan Grande por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito de San Juan Grande					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombre	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	377	200	177	11,0	5,8	5,1
5 a 9	424	223	201	12,3	6,5	5,8
10 a 14	390	197	193	11,3	5,7	5,6
15 a 19	309	151	158	9,0	4,4	4,6
20 a 24	267	135	132	7,8	3,9	3,8
25 a 29	275	131	144	8,0	3,8	4,2
30 a 34	289	152	137	8,4	4,4	4,0
35 a 39	246	134	112	7,2	3,9	3,3
40 a 44	200	111	89	5,8	3,2	2,6
45 a 49	152	79	73	4,4	2,3	2,1
50 a 54	129	72	57	3,8	2,1	1,7
55 a 59	89	46	43	2,6	1,3	1,3
60 a 64	95	54	41	2,8	1,6	1,2
65 a 69	71	45	26	2,1	1,3	0,8
70 a 74	64	35	29	1,9	1,0	0,8
75 a 79	23	15	8	0,7	0,4	0,2
+ de 80	37	17	20	1,1	0,5	0,6
Total	3 437	1 797	1 640	100,0	52,3	47,7

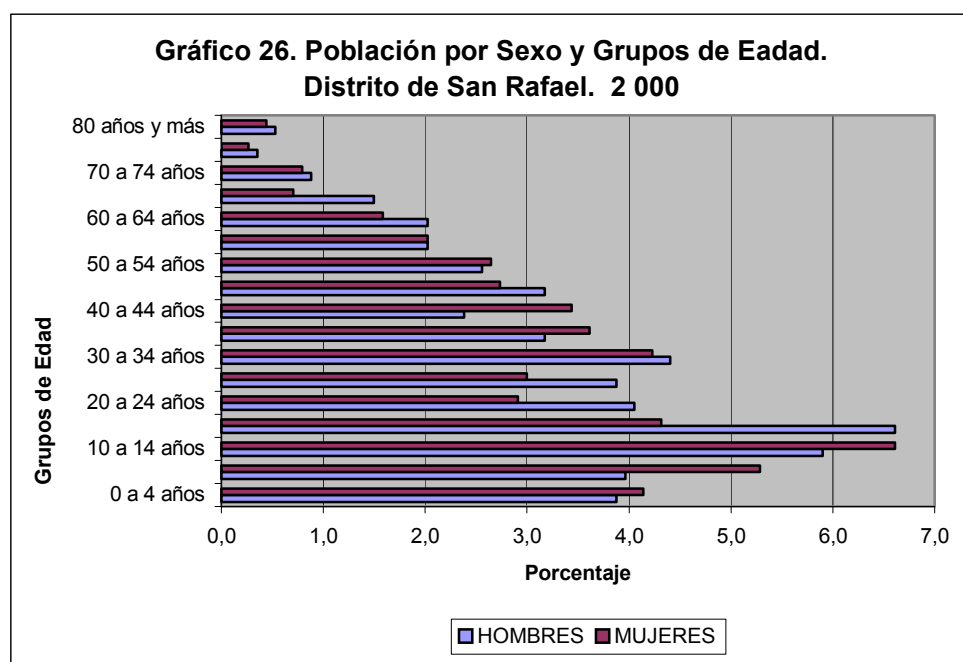
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.55. Distribución de la Población del Distrito de San Rafael por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad en años	Distrito de San Rafael					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombre	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	91	44	47	8,0	3,9	4,1
5 a 9	105	45	60	9,3	4,0	5,3
10 a 14	142	67	75	12,5	5,9	6,6
15 a 19	124	75	49	10,9	6,6	4,3
20 a 24	79	46	33	7,0	4,1	2,9
25 a 29	78	44	34	6,9	3,9	3,0
30 a 34	98	50	48	8,6	4,4	4,2
35 a 39	77	36	41	6,8	3,2	3,6
40 a 44	66	27	39	5,8	2,4	3,4
45 a 49	67	36	31	5,9	3,2	2,7
50 a 54	59	29	30	5,2	2,6	2,6
55 a 59	46	23	23	4,1	2,0	2,0
60 a 64	41	23	18	3,6	2,0	1,6
65 a 69	25	17	8	2,2	1,5	0,7
70 a 74	19	10	9	1,7	0,9	0,8
75 a 79	7	4	3	0,6	0,4	0,3
+ de 80	11	6	5	1,0	0,5	0,4
Total	1 135	582	553	100,0	51,3	48,7

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Por el contrario, el distrito de San Rafael muestra una estructura por edad y sexo muy irregular en su población. En primer lugar, la emigración de jóvenes es muy fuerte, particularmente en el caso de las mujeres, que pareciera que dejan el lugar a una edad muy temprana. Al respecto, aparte de la gran diferencia de tamaño entre los grupos de 20 a 24 y 25 a 29 años respecto al grupo de 15 a 19 años, llama la atención la proporción tan alta de hombres en ese último grupo, lo que parece ser un indicador de la salida de adolescentes a otras partes del país, diferencia a favor de los hombres que se mantiene también entre los grupos entre 20 y 29 años.

Asimismo, es interesante el pequeño tamaño relativo de los grupos de edad de menos de 10 años, lo que aparte del posible menor número de hijos que tengan las mujeres, tiene su causa en la baja proporción de mujeres en las edades más reproductivas (20 a 29 años), que tiene la población de este distrito.

El cantón de San Mateo es el que presenta un menor crecimiento poblacional de estos tres cantones, pero el mismo es muy diferente si se consideran los diversos distritos del mismo. Así, si bien el cantón en su conjunto creció en el periodo 1 984–2 000 en un 41,2%, que es un incremento que se encuentra bastante por debajo de la media nacional, la zona más baja del cantón, correspondiente al distrito de Jesús María, aumentó en casi un 70% en esos 16 años (cuadro B.2.56).

Este distrito es precisamente el atravesado por el trazado de la línea de transmisión, está ubicado en la parte menos montañosa del cantón, en un área limítrofe con el distrito de San Juan Grande de ese cantón, y sus tendencias de crecimiento son similares a las que se han analizado para las áreas por las que pasa la línea en los cantones de Orotina y Esparza. En este caso, pareciera que el alto desarrollo habitacional que ha tenido Esparza, por el cual se puede decir que se ha convertido en una especie de “ciudad dormitorio” del Gran Puntarenas, tiene su influencia en este distrito, generando el aumento de población señalado.

Así, el distrito en cuestión tiene un crecimiento que es más de dos veces y media que el correspondiente al distrito central (San Mateo), y el doble que el correspondiente a Desmonte.

Esa tendencia ha hecho que la contribución del distrito de Jesús María a la población del cantón haya aumentado sustancialmente en el periodo considerado, de forma que en el año 2 000 el mismo concentra el 36,4% de los habitantes del cantón, según puede verse en el cuadro B.2.57.

De esta forma, se puede concluir que en lo que se refiere a esta zona, existe algún grado de presión sobre la ocupación del suelo derivada del crecimiento poblacional en el distrito de Jesús María, aunque el crecimiento del cantón no es tan elevado.

Cuadro B.2.56. Población del Cantón de San Mateo por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	3 783	5 343	41,2
San Mateo	1 988	2 529	27,2
Desmonte	651	871	33,8
Jesús María	1 144	1 943	69,8

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.57. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de San Mateo por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
San Mateo	52,6	47,3
Desmonte	17,2	16,3
Jesús María	30,2	36,4
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.56 de este informe.

En lo que se refiere a los patrones de población, se destaca que para el cantón la población urbana es muy reducida, un poco superior al 20%, en tanto que el resto de los habitantes son catalogados como rurales, y de ellos una amplia mayoría como población rural dispersa, según puede verse en el cuadro B.2.58.

Cuadro B.2.58. Distribución Porcentual de la Población por Área Urbano Rural. Cantón de San Mateo y Distrito de Jesús María. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón San Mateo		Distrito Jesús María	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	1 212	22,7	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	246	4,6	0	--
Rural Disperso	3 885	72,7	1 943	100,0
Total	5 343	100,0	1 943	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En el distrito de Jesús María, por su parte, la totalidad de la población se ubica en la categoría de rural disperso. De esta forma, es interesante que se genere un alto crecimiento de población en una zona rural, aspecto que sería similar al que se ha analizado para el distrito de San Juan Grande.

Un aspecto que debe señalarse es que si bien en ese distrito se está generando un alto crecimiento de población, la suma total de la población es relativamente reducida, inferior a los 2 000 habitantes para todo el distrito, lo que es coherente con el patrón de poblamiento rural disperso.

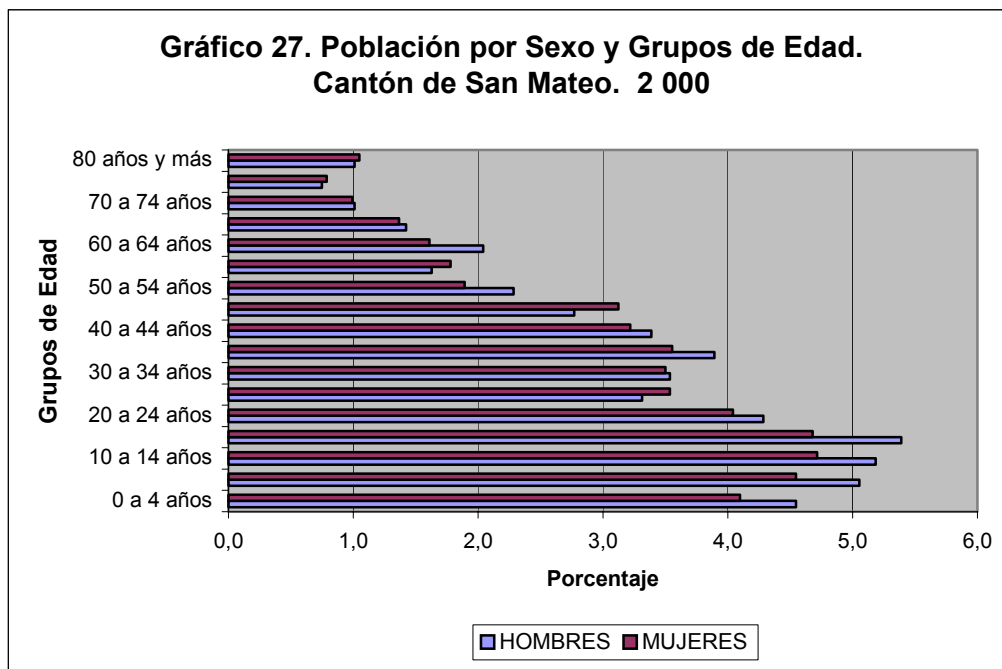
Por su parte, la estructura de la población por edad y sexo, para el cantón y el distrito de interés, y según puede verse en los cuadros B.2.59 y 60 y en los gráficos 26 y 28, es muy similar a la analizada para la zona de Esparza, con un fuerte peso de los grupos de edades medias, que sería un indicador de la inmigración de familias a la zona, combinada con la emigración de personas jóvenes, y una reducción del nivel de la natalidad.

Estos fenómenos son marcados en el distrito de Jesús María, indicando una fuerte combinación entre la llegada de familias a establecerse con la salida de jóvenes, en las que se puede constatar una alta proporción de mujeres.

Cuadro B.2.59. Distribución de la Población de Cantón de San Mateo por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón San Mateo					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	462	243	219	8,6	4,5	4,1
5 a 9	513	270	243	9,6	5,1	4,5
10 a 14	529	277	252	9,9	5,2	4,7
15 a 19	538	288	250	10,1	5,4	4,7
20 a 24	445	229	216	8,3	4,3	4,0
25 a 29	366	177	189	6,9	3,3	3,5
30 a 34	376	189	187	7,0	3,5	3,5
35 a 39	398	208	190	7,4	3,9	3,6
40 a 44	353	181	172	6,6	3,4	3,2
45 a 49	315	148	167	5,9	2,8	3,1
50 a 54	223	122	101	4,2	2,3	1,9
55 a 59	182	87	95	3,4	1,6	1,8
60 a 64	195	109	86	3,6	2,0	1,6
65 a 69	149	76	73	2,8	1,4	1,4
70 a 74	107	54	53	2,0	1,0	1,0
75 a 79	82	40	42	1,5	0,7	0,8
+ de 80	110	54	56	2,1	1,0	1,0
Total	5 343	2 752	2 591	100,0	51,5	48,5

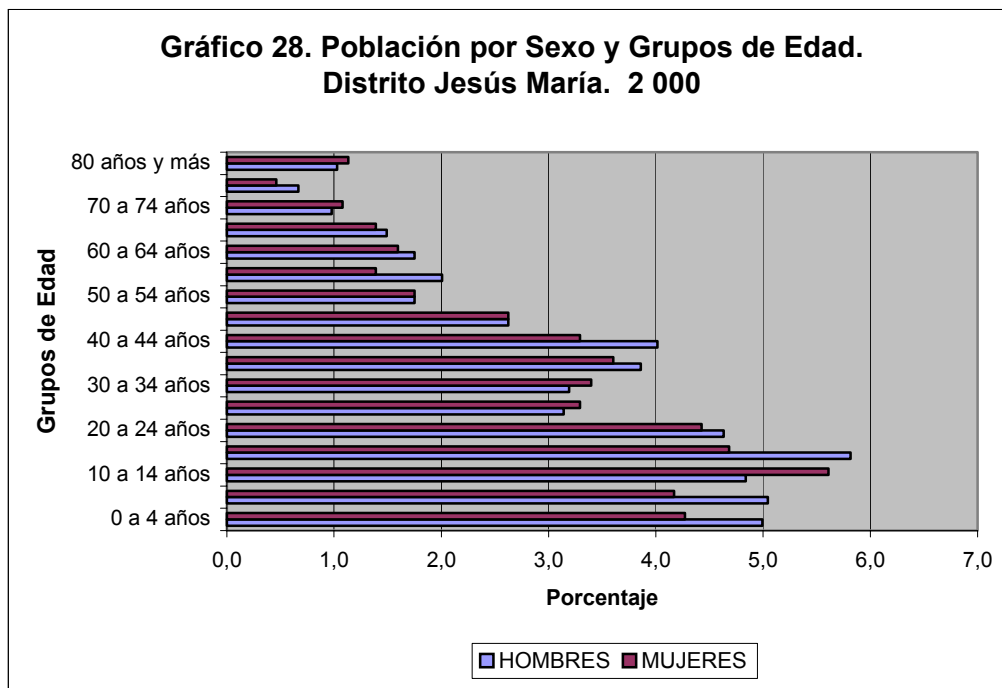
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.60. Distribución de la Población de Distrito de Jesús María por Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito de Jesús María					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4	180	97	83	9,3	5,0	4,3
5 a 9	179	98	81	9,2	5,0	4,2
10 a 14	203	94	109	10,4	4,8	5,6
15 a 19	204	113	91	10,5	5,8	4,7
20 a 24	176	90	86	9,1	4,6	4,4
25 a 29	125	61	64	6,4	3,1	3,3
30 a 34	128	62	66	6,6	3,2	3,4
35 a 39	145	75	70	7,5	3,9	3,6
40 a 44	142	78	64	7,3	4,0	3,3
45 a 49	102	51	51	5,2	2,6	2,6
50 a 54	68	34	34	3,5	1,7	1,7
55 a 59	66	39	27	3,4	2,0	1,4
60 a 64	65	34	31	3,3	1,7	1,6
65 a 69	56	29	27	2,9	1,5	1,4
70 a 74	40	19	21	2,1	1,0	1,1
75 a 79	22	13	9	1,1	0,7	0,5
+ de 80	42	20	22	2,2	1,0	1,1
Total	1 943	1 007	936	100,0	51,8	48,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



B.2.1.2.2.3. Los cantones de Montes de Oro y Central de Puntarenas

Estos cantones son muy heterogéneos, ya que comprenden una extensa área que abarca desde la ciudad de Puntarenas y los barrios adjuntos que comprenden lo que se podría denominar el Gran Puntarenas, para denominar la aglomeración urbana que va desde Barranca a la Punta, hasta sectores costeros y rurales montañosos. El cantón central de Puntarenas incluso comprende distritos ubicados en la península de Nicoya, Lepanto, Paquera y Cóbano, y los territorios insulares del Golfo de Nicoya.

Las ciudades principales son Puntarenas, que ha conformado una gran aglomeración urbana que comprende además de la ciudad propiamente dicha, los sectores de Chacarita y Barranca, los cuales han pasado a tener más habitantes que la ciudad misma, la ciudad de Miramar y alrededores, cabecera del cantón de Montes de Oro, y diversos lugares poblados en la costa entre la ciudad de Puntarenas y Caldera, de gran desarrollo turístico y portuario.

Además, se encuentran una serie de pueblos medianos, como Chomes, Limonal, Costa de Pájaros y Punta Morales, para mencionar solo los que están en el área de estudio.

Es importante mencionar que de la extensa área que conforma el cantón Central de Puntarenas, solamente son tocados por la línea de transmisión los distritos de Barranca, Pitahaya y Chomes.

La información correspondiente al cantón Central de Puntarenas es sumamente compleja, como complejo y heterogéneo es el cantón en sí. Así, y como puede verse en el cuadro B.2.61, el conjunto del cantón experimentó un crecimiento de la población moderado, de forma que la misma aumentó en 38% en los 16 años transcurridos entre 1984 y el año 2000, lo que representa un incremento que está 20 puntos porcentuales por debajo de la media correspondiente al país. Esto indica que este cantón en su totalidad no está reteniendo el crecimiento natural de su población derivado de la diferencia entre el número de nacimientos y de muertes, lo que se refleja en una salida mayor de habitantes que se van a residir a otras partes del país que los que entran a la zona (saldo migratorio negativo).

Sin embargo, esto es el resultado de la combinación de unos distritos que crecen mucho, en tanto que en otros disminuye el número de habitantes, o muestran una situación de estancamiento demográfico.

Lo primero que llama la atención es que el distrito central, donde se ubica la ciudad de Puntarenas, está experimentando un proceso acelerado de despoblamiento, de forma que en el periodo de referencia su población disminuyó en casi una cuarta parte (24,1% menos). Este es un proceso usual en el país, en el que los centros de las ciudades más importantes van perdiendo su rol de lugares habitacionales, para irse transformando en centros de concentración de actividades comerciales, de servicios, hotelería, recreación y turismo, de forma que los terrenos y las construcciones se van transformando de unidades habitacionales a edificaciones destinadas a otras actividades.

Lo anterior no significa que en sentido amplio las ciudades pierdan su importancia relativa, sino que se convierten en focos de actividades que desplazan a las viviendas, las cuales se desplazan hacia las zonas periféricas de las mismas. En el caso de Puntarenas, es importante considerar que, a la par de la disminución de la población en el casco viejo de la ciudad, han crecido zonas aledañas conformando lo que se ha denominado aquí como el gran Puntarenas, que en sentido amplio abarcaría incluso sectores de los cantones de Esparza, Orotina y Montes de Oro, junto a los distritos de Chacarita y Barranca.

Es importante señalar que Chacarita tiene más del doble de población que la ciudad de Puntarenas, correspondiente al distrito primero del cantón, y que Barranca más que triplica esa población. Se puede afirmar que en la actualidad el área conformada por los distritos de Puntarenas, Chacarita y Barranca conforman una sola aglomeración urbana, sin una interrupción física entre los asentamientos de los tres distritos. Si bien Chacarita ha experimentado en el periodo de referencia un crecimiento relativamente moderado (39,3%), tuvo un crecimiento muy acelerado en el pasado, llegando a una saturación relativa de su territorio, de forma que en la actualidad el crecimiento se desplaza hacia el distrito de Barranca, que en este periodo más que duplicó su población, y a los territorios aledaños de los cantones de Orotina y Esparza.

El resto de los distritos presenta una situación muy variada, que va desde la disminución de la población en los más rurales (Pitahaya, Guacimal y Lepanto), crecimiento moderado en los distritos de Acapulco y Cóbano, prácticamente estancamiento de la población en Paquera, y crecimiento similar al nacional en Chomes y Chira, y crecimiento alto en

Monteverde y Manzanillo, zonas estas últimas que han experimentado una fuerte expansión del turismo.

Cuadro B.2.61. Población del Cantón Central de Puntarenas por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal.1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	% de Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	74 267	102 504	38,0
Puntarenas	12 600	9 559	-24,1
Pitahaya	2 076	1 822	-12,2
Chomes	2 686	4 166	55,1
Lepanto	9 064	8 928	-1,5
Paquera	4 727	5 666	19,9
Manzanillo	1 890	3 192	68,9
Guacimal	1 119	990	-11,5
Barranca	15 882	33 493	110,9
Monteverde	1 467	3 285	123,9
Cóbano	3 596	4 576	27,3
Chacarita	16 624	23 163	39,3
Chira	978	1 534	56,9
Acapulco	1 558	2 130	36,7

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Estas tendencias han generado una serie de cambios en la distribución de la población entre los distritos del cantón, según puede verse en el cuadro B.2.62. Lo más importante de ello es la pérdida de la importancia relativa del distrito central, que disminuye su peso prácticamente a la mitad, y el aumento marcado de la importancia del distrito de Barranca, que ha pasado a concentrar prácticamente la tercera parte de la población total del cantón.

En lo que se refiere a los distritos atravesados por la línea de transmisión, Barranca está sometido a un alto crecimiento de población, que incluso puede haber llevado a un alto nivel de saturación de uso del suelo y, lógicamente a una alta presión sobre el mismo. En este distrito, que como se ha mencionado más que duplicó su población en 16 años, la presión sobre el suelo ha llevado a la ocupación de zonas que no cuentan con las condiciones óptimas para el desarrollo de asentamientos humanos, como es la conocida como el “Playón del río Barranca”, en el que muchas viviendas se ubican en áreas que se pueden considerar como de riesgo por avalancha o inundación.

Además de la ocupación en vivienda, en este distrito se ubican amplias zonas industriales, incluida una Zona Franca, las que albergan actividades diversas (enlatadoras de productos marinos, fábricas de aceite, industria manufacturera liviana). Lógicamente, la cercanía de estas fuentes de trabajo funciona como un imán para la atracción de pobladores.

En este sentido, se considera que en este sector la línea de transmisión se tiene que enfrentar a una situación de alta densidad de ocupación del suelo, y de fuerte expansión poblacional que presiona aún más sobre el recurso.

El distrito de Pitahaya, por su parte, está conformado en su mayor parte por áreas montañosas en las que se ubica una población rural dispersa, que ha venido experimentando un fuerte proceso de emigración que ha llevado a una disminución sustancial del número de habitantes, de por sí ya de un tamaño muy reducido. Lógicamente, esta situación hace que la evolución demográfica no esté generando ningún tipo de presión sobre el suelo y la ocupación de nuevas áreas para el desarrollo habitacional.

El distrito de Chomes presenta un incremento de población de un 55,1% en el periodo de 16 años considerado, lo que significa una evolución muy similar a la media nacional. Un crecimiento en esta proporción genera una cierta presión por la ocupación de nuevas áreas o la construcción de nuevas casas en las ya ocupadas, que es importante que sea evaluada desde el punto de vista de la ubicación de la línea de transmisión.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, el peso fuerte de la población de la ciudad de Puntarenas y los distritos de Barranca y Chacarita, hacen que haya un predominio de población urbana para la totalidad del cantón, que comprende el 65,5% del total como suma de un 61,1% de población propiamente urbana y un 4,4% de periferia urbana, según puede verse en el cuadro B.2.63.

Cuadro B.2.62. Distribución Porcentual de la Población del Cantón Central de Puntarenas por Distritos. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Puntarenas	17,0	9,3
Pitahaya	2,8	1,8
Chomes	3,6	4,1
Lepanto	12,2	8,7
Paquera	6,4	5,5
Manzanillo	2,5	3,1
Guacimal	1,5	1,0
Barranca	21,4	32,7
Monteverde	2,0	3,2
Cóbano	4,8	4,5
Chacarita	22,4	22,6
Chira	1,3	1,5
Acapulco	2,1	2,1
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.61 de este informe.

La población rural representa el resto, conformada a su vez de un 25,2% de rural dispersa y un 9,3% rural concentrada.

Este panorama presenta una situación sumamente polarizada, con un núcleo urbano a nivel territorial. Es importante tomar en consideración que el cantón se ubica exclusivamente en los tres distritos mencionados (Puntarenas, Chacarita y Barranca), y un resto del territorio. Predominando en forma prácticamente absoluta la población rural.

Al analizar la situación para los tres distritos atravesados por la línea de transmisión, se nota, en primer lugar, que Barranca presenta un predominio absoluto de población urbana, compuesto de un 90% clasificado como propiamente urbano y un 3,7% como periferia urbana, en tanto que el 6,3% restante es población rural dispersa.

En contraste, los otros dos distritos, Pitahaya y Chomes, no tienen población urbana y dentro de la población rural muestran un amplio predominio del patrón disperso sobre el concentrado (cuadro B.2.64), en una proporción de uno a tres a favor del primero.

Cuadro B.2.63. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón Central de Puntarenas y Distrito de Barranca. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Central Puntarenas		Distrito Barranca	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	62 606	61,1	30 146	90,0
Periferia Urbana	4 547	4,4	1 240	3,7
Rural Concentrado	9 506	9,3	0	--
Rural Disperso	25 845	25,2	2 107	6,3
Total	102 504	100,1	33 493	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.64 Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de Pitahaya y Chomes. 2 000

Zona Urbano Rural	Pitahaya		Chomes	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	410	22,5	1 031	24,7
Rural Disperso	1 412	77,5	3 135	75,3
Total	1 822	100,0	4 166	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que respecta a la estructura de la población por edad y sexo, el panorama correspondiente a todo el cantón muestra una estructura relativamente regular, con un balance casi equilibrado respecto a la proporción entre hombres y mujeres, 32,6% de

personas menores de 15 años y 5,6% de 65 años y más, lo que deja una proporción de individuos en edad de trabajar de 62% (15 a menos de 65 años).

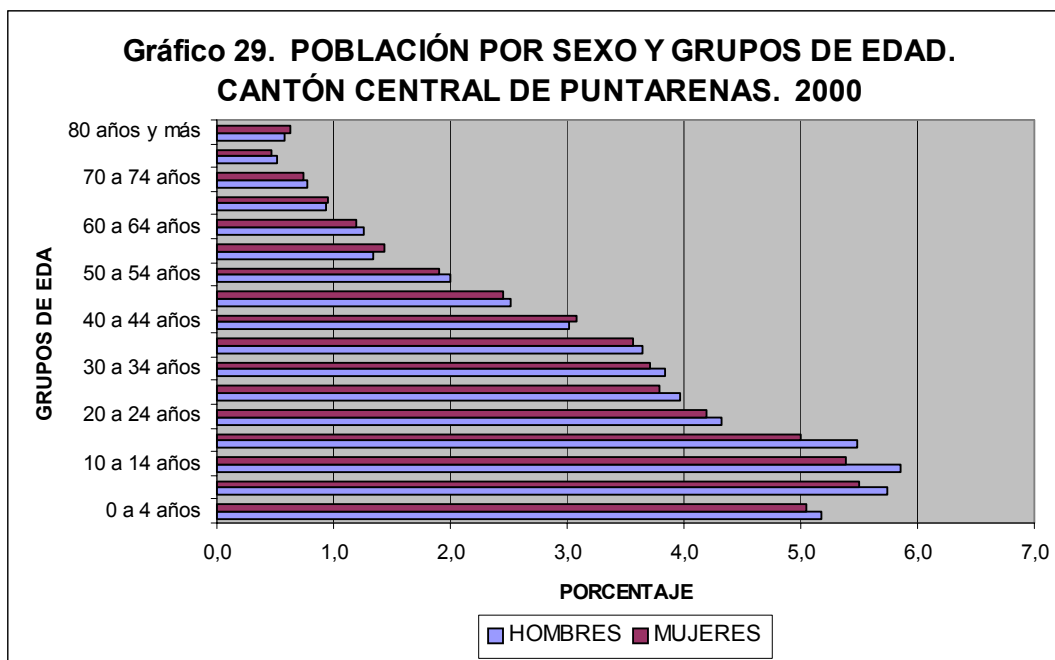
Debe de tomarse en cuenta que la situación del cantón es la sumatoria de situaciones muy diversas a nivel distrital, en las que se combina áreas que han experimentado un crecimiento demográfico muy alto, con otras en las que la población crece moderadamente, está estancada o incluso ha disminuido. Este panorama diverso en lo que se refiere al cantón y los distritos atravesados por la línea de transmisión, puede verse en los cuadros B.2.65 a 68, y en los gráficos 29 a 32.

La estructura por edad y sexo de una población es el resultado de los patrones de comportamiento de las variables demográficas que determinan el crecimiento, a saber, la fecundidad, la mortalidad y la migración. En el cantón Central de Puntarenas se tiene una estructura que es el resultado de la combinación de zonas en las que se están produciendo fuertes corrientes de inmigración que llevan a un crecimiento acelerado, junta a otras en las que es evidente el proceso de emigración, es decir, la salida de personas que se van a residir a otras partes del país, en menor proporción que las que llegan.

Cuadro B.2.65. Distribución de la Población del Cantón Central de Puntarenas por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Central de Puntarenas					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	10 472	5305	5 167	10,2	5,2	5,0
5 a 9 años	11 528	5891	5 637	11,2	5,7	5,5
10 a 14 años	11 519	5996	5 523	11,2	5,8	5,4
15 a 19 años	10 744	5627	5 117	10,5	5,5	5,0
20 a 24 años	8 725	4431	4 294	8,5	4,3	4,2
25 a 29 años	7 954	4067	3 887	7,8	4,0	3,8
30 a 34 años	7 742	3935	3 807	7,6	3,8	3,7
35 a 39 años	7 395	3741	3 654	7,2	3,6	3,6
40 a 44 años	6 246	3092	3 154	6,1	3,0	3,1
45 a 49 años	5 080	2572	2 508	5,0	2,5	2,4
50 a 54 años	4 011	2052	1 959	3,9	2,0	1,9
55 a 59 años	2 842	1376	1 466	2,8	1,3	1,4
60 a 64 años	2 506	1285	1 221	2,4	1,3	1,2
65 a 69 años	1 938	961	977	1,9	0,9	1,0
70 a 74 años	1 555	794	761	1,5	0,8	0,7
75 a 79 años	999	527	472	1,0	0,5	0,5
80 años y más	1 248	596	652	1,2	0,6	0,6
Total	102 504	52 248	50 256	100,0	51,0	49,0

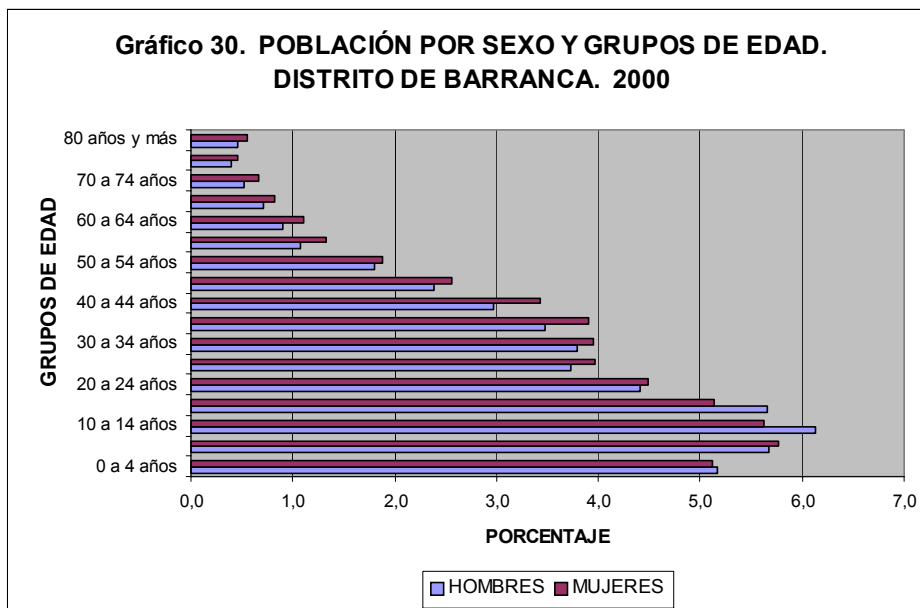
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.66. Distribución de la Población del Distrito de Barranca por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Barranca					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	3 448	1 733	1 715	10,3	5,2	5,1
5 a 9 años	3 836	1 902	1 934	11,5	5,7	5,8
10 a 14 años	3 937	2 053	1 884	11,8	6,1	5,6
15 a 19 años	3 613	1 894	1 719	10,8	5,7	5,1
20 a 24 años	2 979	1 476	1 503	8,9	4,4	4,5
25 a 29 años	2 581	1 251	1 330	7,7	3,7	4,0
30 a 34 años	2 594	1 272	1 322	7,7	3,8	3,9
35 a 39 años	2 473	1 164	1 309	7,4	3,5	3,9
40 a 44 años	2 141	993	1 148	6,4	3,0	3,4
45 a 49 años	1 656	798	858	4,9	2,4	2,6
50 a 54 años	1 232	603	629	3,7	1,8	1,9
55 a 59 años	803	361	442	2,4	1,1	1,3
60 a 64 años	670	301	369	2,0	0,9	1,1
65 a 69 años	511	238	273	1,5	0,7	0,8
70 a 74 años	398	174	224	1,2	0,5	0,7
75 a 79 años	284	133	151	0,8	0,4	0,5
80 años y más	337	151	186	1,0	0,5	0,6
Total	33 493	16 497	16 996	100,0	49,3	50,7

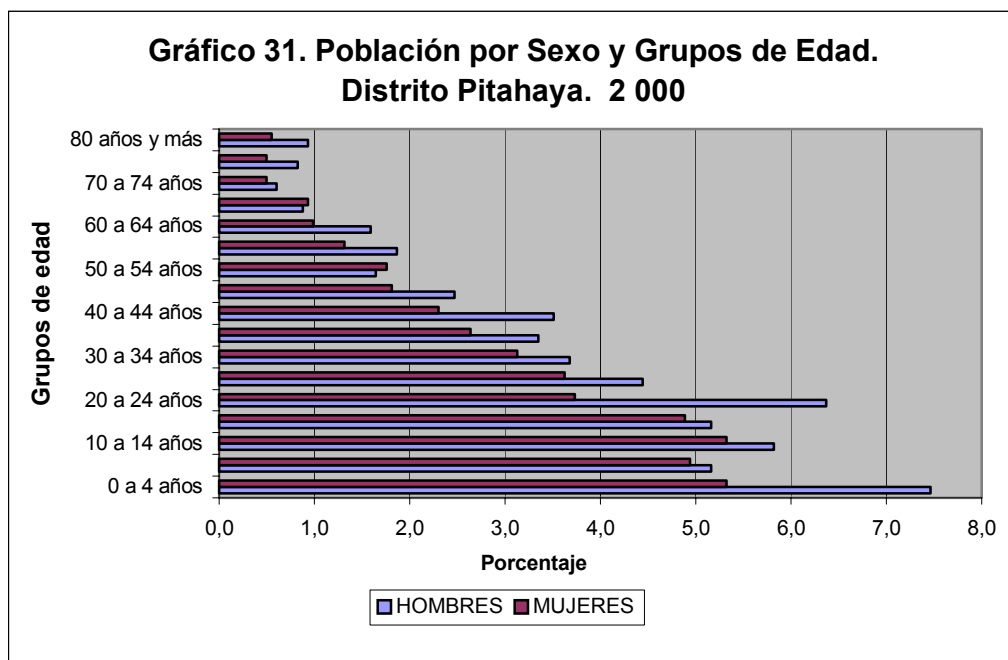
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.67. Distribución de la Población del Distrito de Pitahaya por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Pitahaya					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	233	136	97	12,8	7,5	5,3
5 a 9 años	184	94	90	10,1	5,2	4,9
10 a 14 años	203	106	97	11,1	5,8	5,3
15 a 19 años	183	94	89	10,0	5,2	4,9
20 a 24 años	184	116	68	10,1	6,4	3,7
25 a 29 años	147	81	66	8,1	4,4	3,6
30 a 34 años	124	67	57	6,8	3,7	3,1
35 a 39 años	109	61	48	6,0	3,3	2,6
40 a 44 años	106	64	42	5,8	3,5	2,3
45 a 49 años	78	45	33	4,3	2,5	1,8
50 a 54 años	62	30	32	3,4	1,6	1,8
55 a 59 años	58	34	24	3,2	1,9	1,3
60 a 64 años	47	29	18	2,6	1,6	1,0
65 a 69 años	33	16	17	1,8	0,9	0,9
70 a 74 años	20	11	9	1,1	0,6	0,5
75 a 79 años	24	15	9	1,3	0,8	0,5
80 años y más	27	17	10	1,5	0,9	0,5
Total	1 822	1 016	806	100,0	55,8	44,2

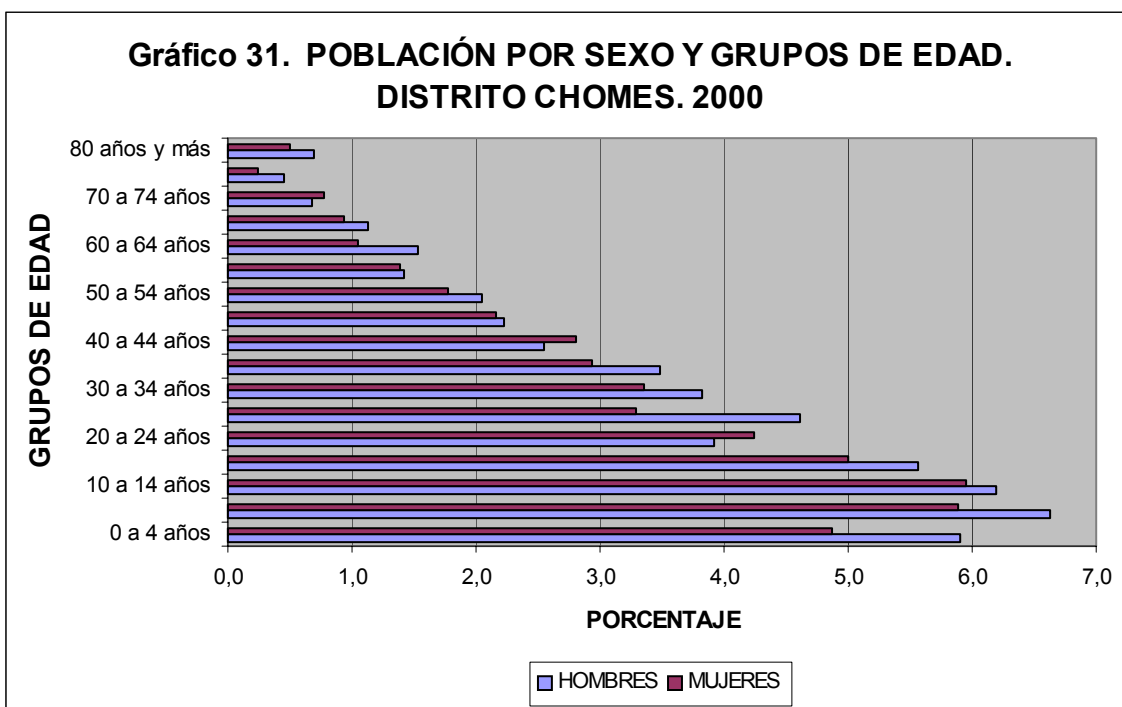
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.68. Distribución de la Población del Distrito de Chomes por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Chomes					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	449	246	203	10,8	5,9	4,9
5 a 9 años	521	276	245	12,5	6,6	5,9
10 a 14 años	506	258	248	12,1	6,2	6,0
15 a 19 años	440	232	208	10,6	5,6	5,0
20 a 24 años	340	163	177	8,2	3,9	4,2
25 a 29 años	329	192	137	7,9	4,6	3,3
30 a 34 años	299	159	140	7,2	3,8	3,4
35 a 39 años	267	145	122	6,4	3,5	2,9
40 a 44 años	223	106	117	5,4	2,5	2,8
45 a 49 años	183	93	90	4,4	2,2	2,2
50 a 54 años	159	85	74	3,8	2,0	1,8
55 a 59 años	117	59	58	2,8	1,4	1,4
60 a 64 años	108	64	44	2,6	1,5	1,1
65 a 69 años	86	47	39	2,1	1,1	0,9
70 a 74 años	60	28	32	1,4	0,7	0,8
75 a 79 años	29	19	10	0,7	0,5	0,2
80 años y más	50	29	21	1,2	0,7	0,5
Total	4 166	2 201	1 965	100,0	52,8	47,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Si se analiza el gráfico 29, es notable el tamaño considerable de los grupos de edad de adultos jóvenes y de edad media, es decir, entre los 25 y los 50 años, lo que nos indica la presencia de procesos por los que familias constituidas llegan a establecerse a la zona. Como se verá más adelante, esto es el reflejo principalmente de la influencia del gran crecimiento experimentado por Barranca.

Pero, asimismo, es notoria la salida de personas muy jóvenes, que se puede ver en la estructura por la diferencia del tamaño del grupo de 20 a 24 años con respecto al anterior (15 a 19 años).

Asimismo, es palpable como se ha visto para casi la totalidad de las zonas analizadas, el proceso de descenso de la natalidad, evidenciado en el menor tamaño de los grupos más jóvenes, 0 a 4 y 5 a 9 años, respecto al grupo de 10 a 14 años. En esto es importante señalar que si bien en algunos de los distritos puede estar actuando sobre ello el fenómeno de la salida de mujeres en las edades más reproductivas, esto no es así para la media del cantón, en que los grupos de mujeres jóvenes son altos en número.

Si se analiza la información correspondiente al distrito de Barranca, se puede ver que la misma es bastante similar a la media del cantón, pero que algunos procesos se dan en forma más marcada. Debe recordarse que este distrito viene experimentando un crecimiento acelerado, que llevó a una duplicación de su población en 16 años.

Así, puede verse un peso extremadamente marcado de los grupos de adultos jóvenes y de edad intermedia, entre los 25 y los 50 años, lo que indica claramente la llegada de un

alto número de familias a residir en la zona. Sin embargo, esa tendencia se da en forma simultánea a la salida de jóvenes a residir a otras partes del país, como lo indica la marcada diferencia de tamaño entre los grupos de 15 a 19 y el de 20 a 24 años.

Es claro que entre la salida de jóvenes y la llegada de familias, hay un saldo positivo, que ha incidido fuertemente en el crecimiento de la población.

La disminución de la natalidad se da en el mismo sentido que se ha analizado para el cantón, siendo interesante que la influencia de la salida de mujeres en edad reproductiva no pareciera tener influencia marcada en ello. Incluso se puede notar que las corrientes migratorias que han ingresado al distrito tienen una mayor proporción de hombres que de mujeres, lo que se evidencia en una mayor proporción de ellas en los grupos entre los 20 y los 45 años. Incluso en la población total, hay una proporción ligeramente superior de mujeres que de hombres.

La proporción de personas en edad activa en este distrito es similar a la correspondiente al cantón, con un 62% del total con edades entre los 15 y menos de 65 años.

El distrito de Pitahaya que, como ya se ha mencionado tiene características muy rurales, presenta una situación totalmente diferente. Esta zona se ha visto sometida a fuertes corrientes de emigración, lo que ha llevado a una reducción de su población, y las mismas han estado constituidas en una mayor proporción por mujeres, de forma que la proporción hombres respecto a las mujeres en la población total es mayor en un 11,6% (55,8 contra 44,2%).

Asimismo, si se analiza la proporción entre los sexos por grupos de edad, es notoria la mayor cantidad de hombres en prácticamente la totalidad de ellos. Resulta extrema esa diferencia en el grupo de 20 a 24 años, lo que pareciera estar indicando que la tendencia a la emigración de las mujeres jóvenes es sumamente fuerte.

En lo que se refiere a la natalidad, pareciera que la misma se mantiene a un nivel alto, generada por patrones de comportamiento que llevarían a relativamente elevados números de hijos tenidos por las mujeres, ya que a pesar de que es palpable la emigración de mujeres en edad reproductiva, el grupo de edad de 0 a 5 años es mayor que el siguiente (5 a 9 años).

Curiosamente, la estructura por edades es bastante regular, lo que pareciera estar indicando que esta zona está sometida a procesos de emigración desde hace ya bastantes años, que han ido generando una baja generalizada de la misma que al final en el tiempo se manifiesta en todos los grupos de edad.

La situación en Chomes es sumamente interesante. En este distrito crece a un ritmo muy similar al que lo hace el país, sin embargo en lo que se refiere a la estructura por edad y sexo de la población, parece estarlo afectando fuertemente la salida de personas jóvenes que se van a residir a otras áreas del país, y las cuales están constituidas en una mayor proporción por mujeres. Así, puede verse la gran diferencia de tamaño existente entre el grupo de 15 a 19 años con los correspondientes a 20 a 24 y 25 a 29 años.

Asimismo, se puede notar que entre los adultos jóvenes que residen en el lugar hay una marcada proporción mayor de hombres que de mujeres, lo que indica que estas últimas tienen mayor propensión a emigrar.

Lo interesante es que pareciera que esta salida de jóvenes está siendo compensada por la llegada de familias que llegan a residir al lugar, lo que hace que el crecimiento de la población se mantenga a ese nivel similar al del país. Esto sin embargo lleva a una modificación de la estructura de edades de la población, que redundaría en un peso marcado de los individuos de edad media, y que llevaría en el futuro próximo a un envejecimiento relativo de la población.

El cantón de Montes de Oro presenta una pauta de crecimiento de población ligeramente inferior a la correspondiente al país, en la que es importante destacar el considerable crecimiento poblacional del distrito de Miramar, que aumentó el número de sus habitantes en un 63,3% en los 16 años que van de 1 984 al 2 000, según puede verse en el cuadro B.2.69.

Cuadro B.2.69. Población del Cantón de Montes De Oro por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	7 312	11 159	52,6
Miramar	4 191	6 842	63,3
Unión	1 118	1 464	30,9
San Isidro	2 003	2 853	42,4

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

El distrito de San Isidro, por su parte, aumenta a un ritmo 15 puntos porcentuales por debajo de la media nacional, en tanto que Unión lo hace aún a un ritmo menor.

Es interesante que este cantón está aumentando su población a raíz del crecimiento de la población urbana en la cabecera, Miramar, lo que hace pensar que el mismo está asociado al desarrollo de lo que se ha denominado el eje Puntarenas – Caldera, de la misma forma que se ha comentado esto para los casos de Orotina y Esparza.

Estas tendencias de crecimiento diferenciales por distrito han generado una concentración paulatina de la población en Miramar, de forma que ha pasado de tener el 57,3% en 1 984 al 61,3% de los habitantes del cantón, según puede verse en el cuadro B.2.70.

Se trata de un crecimiento de población urbana principalmente, ya que la misma constituye más de la mitad de la población del cantón, y el 84% de la correspondiente al distrito de Miramar (cuadro B.2.71), en tanto que el resto de la población que es clasificado como rural está experimentando un crecimiento relativamente lento.

Si se considera la presión derivada del crecimiento poblacional sobre la ocupación de nuevas tierras, es claro que la misma se da predominantemente en Miramar, con características de ocupación urbana, en tanto que es considerablemente más reducida en el resto de los distritos, como en San Isidro, que es uno de los distritos junto con Miramar tocados por el trazado de la línea de transmisión.

Cuadro B.2.70. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Montes De Oro por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Miramar	57,3	61,3
Unión	15,3	13,1
San Isidro	27,4	25,6
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.69 de este informe.

Cuadro B.2.71. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Montes De Oro y Distritos de Miramar y San Isidro. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Montes De Oro		Distrito Miramar		Distrito San Isidro	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Urbana	5 748	51,5	5 748	84,0	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--	0	--
Rural Concentrado	540	4,8	0	--	540	18,9
Rural Disperso	4 871	43,7	1 094	16,0	2 313	81,1
Total	11 159	100,0	6 842	100,0	2 853	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Es notorio en este cantón la concentración del crecimiento demográfico en la ciudad de Miramar, en tanto que el resto del territorio de características rurales dispersas pierde importancia relativa por su dinamismo considerablemente más reducido. Es importante destacar que en el distrito de San Isidro toda la población es clasificada como rural y principalmente dispersa.

Es importante mencionar que si bien el trazado de la línea de transmisión toca los distritos de Miramar y San Isidro, su derrotero pasa por un área rural y de población escasa, y con un crecimiento poblacional reducido, ya que el mismo se concentra en la ciudad de Miramar y sus alrededores, y a lo largo de la carretera que comunica a la ciudad con la vía interamericana.

En lo que se refiere a la estructura de la población por edad y sexo, se puede constatar que la misma es bastante regular en lo que se refiere al cantón en su totalidad, según

puede verse en el cuadro B.2.72 y el gráfico 32. La proporción entre los sexos es pareja, y la proporción de personas en edad de trabajar es superior al 60% del total (15 a menos de 65 años).

El proceso de reducción de la natalidad es claro, evidenciado en el pequeño tamaño relativo del grupo de edad de 0 a 4 años, en tanto que la proporción de mujeres en edad fértil es considerable. Si bien se evidencia una tendencia a la emigración de jóvenes, mostrado por la diferencia de tamaño del grupo de edad de 20 a 24 años respecto al anterior, la salida de los mismos es compensada por la llegada de familias que han llegado a residir a la zona, mostrado por la proporción alta de los grupos de adultos jóvenes y de edad mediana (25 a menos de 50 años).

Estas características de la estructura se manifiestan exactamente en el mismo sentido en el caso del distrito de Miramar, lo que es coherente con el hecho de que sea el área que presenta un mayor crecimiento poblacional. Es claro que el mismo es una zona de atracción para el asentamiento de familias nuevas, que conforman una corriente de inmigrantes que compensa con creces la salida de jóvenes, y que ocasiona un peso particular en la estructura a los adultos jóvenes y de edad media, especialmente entre los 25 y menos de 45 años, según puede verse en el cuadro B.2.73 y el gráfico 33.

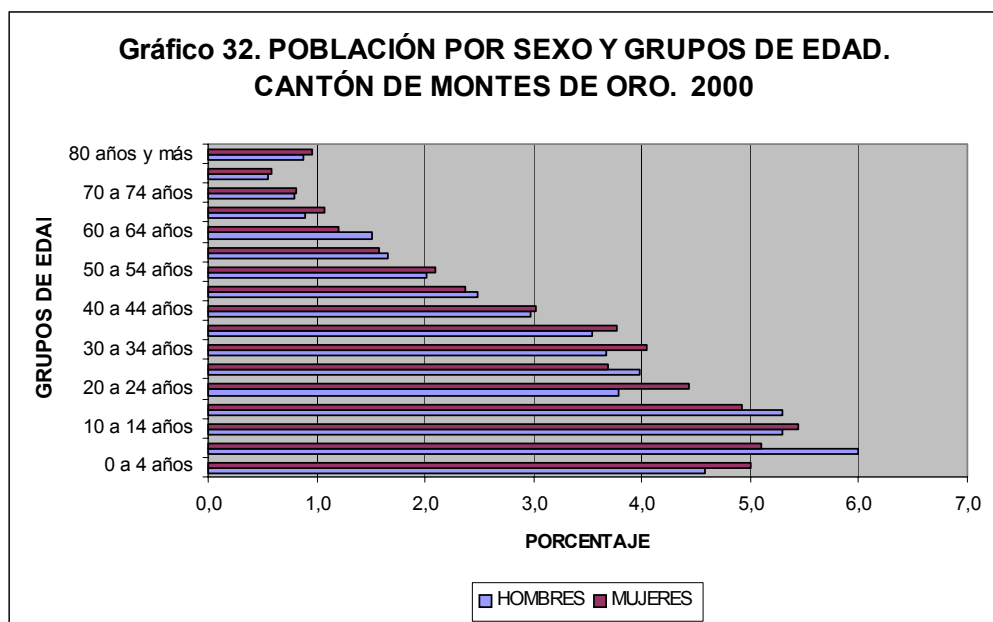
El distrito de San Isidro, por su parte y según puede verse en el cuadro 74 y el gráfico 34, presenta una estructura por edad y sexo sumamente irregular, que resulta hasta cierto punto lógica para una población pequeña y sometida a procesos diversos. Pareciera que a pesar de que este distrito crece a un ritmo sustancialmente inferior a la media nacional, lo que nos indica que emigran más personas que las que llegan a vivir al mismo, los procesos que determinan la dinámica demográfica parecieran ser los mismos que en Miramar, es decir, emigración de personas jóvenes y llegada de familias a residir al mismo, con la diferencia que en esta zona se genera una salida mayor que la entrada.

Resulta interesante que en general se encuentra una relativa alta proporción de mujeres entre los jóvenes y los adultos jóvenes y de edad mediana, lo que es coherente con el hecho de que la evolución demográfica está marcada por un crecimiento de tipo urbano centrado en la ciudad de Miramar y probablemente asociado a las fuentes de empleo existentes en el eje Puntarenas – Caldera.

Cuadro B.2.72. Distribución de la Población del Cantón de Montes De Oro por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Montes De Oro					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1 070	511	559	9,6	4,6	5,0
5 a 9 años	1 237	668	569	11,1	6,0	5,1
10 a 14 años	1 199	591	608	10,7	5,3	5,4
15 a 19 años	1 140	591	549	10,2	5,3	4,9
20 a 24 años	918	423	495	8,2	3,8	4,4
25 a 29 años	856	444	412	7,7	4,0	3,7
30 a 34 años	862	410	452	7,7	3,7	4,1
35 a 39 años	817	396	421	7,3	3,5	3,8
40 a 44 años	669	331	338	6,0	3,0	3,0
45 a 49 años	543	278	265	4,9	2,5	2,4
50 a 54 años	458	224	234	4,1	2,0	2,1
55 a 59 años	359	184	175	3,2	1,6	1,6
60 a 64 años	302	168	134	2,7	1,5	1,2
65 a 69 años	218	99	119	2,0	0,9	1,1
70 a 74 años	179	88	91	1,6	0,8	0,8
75 a 79 años	128	62	66	1,1	0,6	0,6
80 años y más	204	97	107	1,8	0,9	1,0
Total	11 159	5 565	5 594	100,0	49,9	50,1

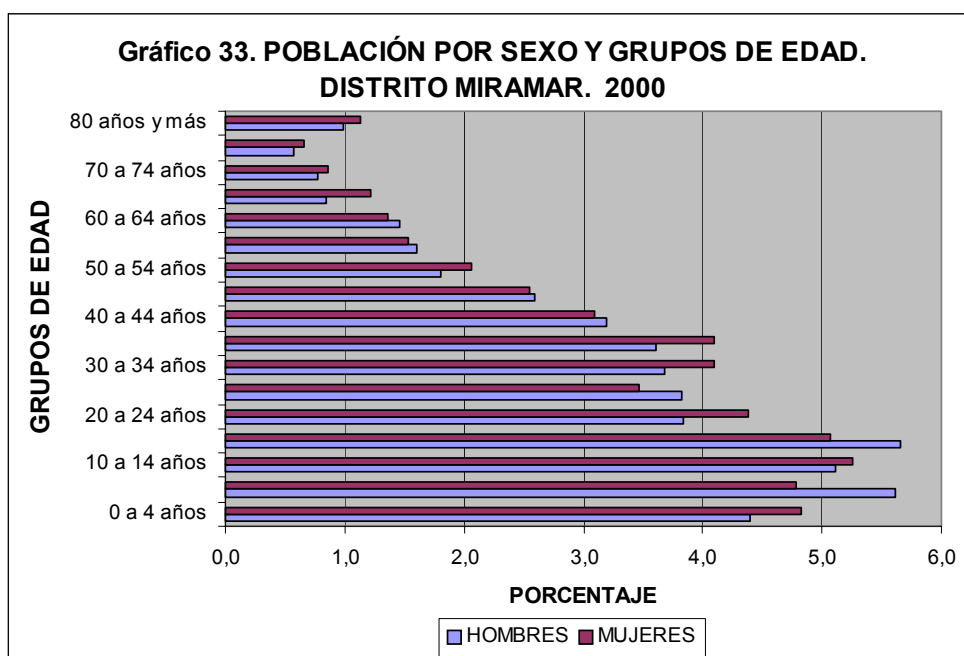
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.73. Distribución de la Población del Distrito de Miramar por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Miramar					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	631	301	330	9,2	4,4	4,8
5 a 9 años	711	384	327	10,4	5,6	4,8
10 a 14 años	710	350	360	10,4	5,1	5,3
15 a 19 años	734	387	347	10,7	5,7	5,1
20 a 24 años	563	263	300	8,2	3,8	4,4
25 a 29 años	499	262	237	7,3	3,8	3,5
30 a 34 años	532	252	280	7,8	3,7	4,1
35 a 39 años	527	247	280	7,7	3,6	4,1
40 a 44 años	430	218	212	6,3	3,2	3,1
45 a 49 años	351	177	174	5,1	2,6	2,5
50 a 54 años	264	123	141	3,9	1,8	2,1
55 a 59 años	215	110	105	3,1	1,6	1,5
60 a 64 años	193	100	93	2,8	1,5	1,4
65 a 69 años	141	58	83	2,1	0,8	1,2
70 a 74 años	112	53	59	1,6	0,8	0,9
75 a 79 años	84	39	45	1,2	0,6	0,7
80 años y más	145	68	77	2,1	1,0	1,1
Total	6 842	3 392	3 450	100,0	49,6	50,4

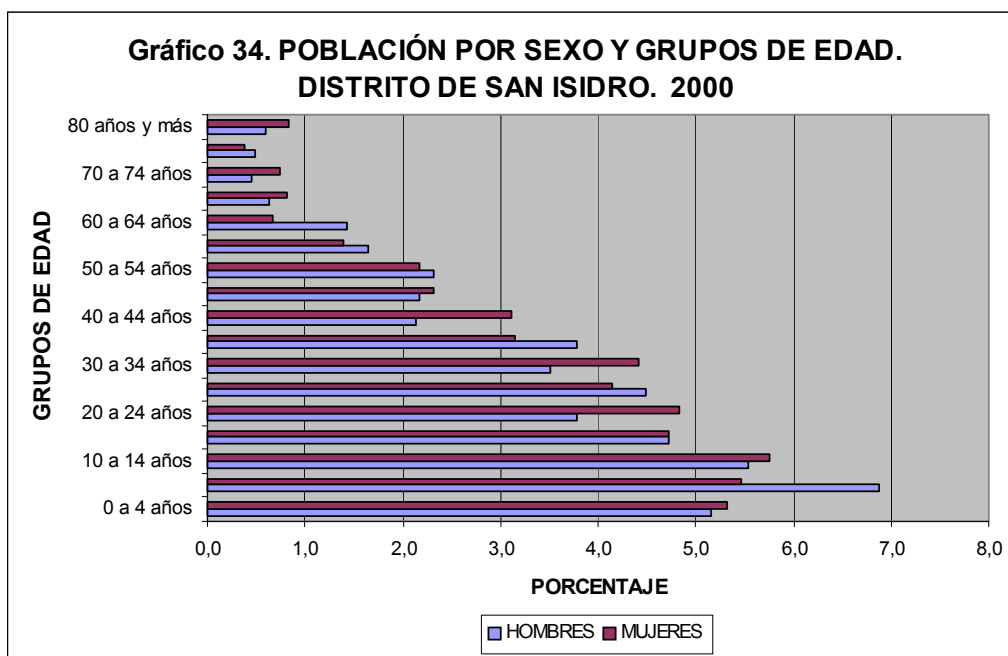
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.74. Distribución de la Población del Distrito de San Isidro de Montes de Oro por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito De San Isidro					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	299	147	152	10,5	5,2	5,3
5 a 9 años	352	196	156	12,3	6,9	5,5
10 a 14 años	322	158	164	11,3	5,5	5,7
15 a 19 años	270	135	135	9,5	4,7	4,7
20 a 24 años	246	108	138	8,6	3,8	4,8
25 a 29 años	246	128	118	8,6	4,5	4,1
30 a 34 años	226	100	126	7,9	3,5	4,4
35 a 39 años	198	108	90	6,9	3,8	3,2
40 a 44 años	150	61	89	5,3	2,1	3,1
45 a 49 años	128	62	66	4,5	2,2	2,3
50 a 54 años	128	66	62	4,5	2,3	2,2
55 a 59 años	87	47	40	3,0	1,6	1,4
60 a 64 años	60	41	19	2,1	1,4	0,7
65 a 69 años	41	18	23	1,4	0,6	0,8
70 a 74 años	34	13	21	1,2	0,5	0,7
75 a 79 años	25	14	11	0,9	0,5	0,4
80 años y más	41	17	24	1,4	0,6	0,8
Total	2 853	1 419	1 434	100,0	49,7	50,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



B.2.1.2.3. Cantones y distritos de la Región Central

La Región Central es la que agrupa a las áreas más densamente pobladas, y en su conjunto concentraba en el año 2 000 la cantidad de 2 446 028 habitantes, que significan el 64,2% de la población del país. En ella se encuentran las ciudades principales y la gran aglomeración urbana del Valle Central, constituida principalmente por la Región Metropolitana.

Dentro de esta región, la subregión Central Sur, constituida por los cantones de Puriscal, Turrubares, Mora, Acosta, Santa Ana, Belén, Flores, Desamparados, Alajuelita, Aserrí y Escazú, tenía una población de 292 839 habitantes (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe Anual Región Central Sur 2 000, documento en página web www.mag.go.cr), que corresponde al 12% del total de la Región Central. La extensión de esa subregión es de 1 911 km², de forma que la densidad de hab/km² es de 153,2.

Esta zona tiene un predominio de población urbana, de forma que la misma constituye aproximadamente el 60% del total, la que se concentra principalmente en los cantones de Desamparados, Alajuelita, Aserrí, Santa Ana y Escazú, en tanto que las zonas rurales son predominantes en Puriscal, Turrubares y Acosta. Precisamente los dos cantones tocados por el trazado de la red, Puriscal y Turrubares, y dentro de estos los distritos de Chires y San Juan de Mata, tienen una población muy reducida y prácticamente rural en su totalidad.

Así, esos dos distritos suman 5 531 personas, lo que significa el 0,2% de la población de la Región Central, y el 1,9% de la de la Subregión Central Sur.

Se puede afirmar, por lo tanto, que la línea de transmisión pasa por una zona totalmente rural y de muy baja población, no afectando a las áreas de mayor población ni a los centros urbanos más importantes, que se encuentran situados todos en la parte de la subregión que está situada en el Valle Central.

En los dos cantones tocados por el trazado, Puriscal y Turrubares, se puede afirmar que el único centro urbano de importancia es Santiago de Puriscal, ya que la cabecera del cantón de Turrubares, San Pablo, es un pueblo pequeño prácticamente sin población urbana. Aparte de Santiago, en Puriscal los poblados más importantes son las cabeceras de los distritos, que en todos los casos son poblados en que predomina la población rural, y en Turrubares aparte de San Pablo el pueblo más importante es San Pedro, teniendo características similares a San Pablo.

En los dos distritos tocados por la línea, Chires y San Juan de Mata, lo único que hay son pueblos pequeños con predominio de población rural, sin que exista ninguna ciudad o conglomerado de alta concentración de población, incluidas las mismas cabeceras de los distritos.

Si se observa la información para el cantón de Puriscal, se tiene que la población total del mismo es de 29 407 habitantes en el año 2 000, de los cuales menos del 10% corresponde al distrito de Chires (cuadro B.2.75). El crecimiento de la población de

cantón ha sido lento, ya que aumentó en un 27,2% en los 16 años comprendidos entre 1 984 y el año 2 000, lo que significa que ese crecimiento estuvo más de 30 puntos porcentuales por debajo del crecimiento de la población del país (57,7%).

Cuadro B.2.75. Población del Cantón de Puriscal por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	23 123	29 407	27,2
Santiago	7 843	10 884	38,8
Mercedes Sur	3 576	5 082	42,1
Barbacoas	2 422	3 210	32,5
Grifo Alto	916	1 101	20,2
San Rafael	1 426	1 524	6,9
Candelarita	1 333	1 425	6,9
Desamparaditos	467	572	22,5
San Antonio	1 894	2 803	48,0
Chires	3 246	2 806	-13,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Este crecimiento correspondiente a la totalidad del cantón es el resultado de un crecimiento medio en los distritos de San Antonio, Santiago, Mercedes Sur y Barbacoas, bajo en los distritos Grifo Alto y Desamparaditos, un estancamiento en San Rafael y Candelarita, y una disminución en el periodo en un -13,6% en el distrito de Chires.

Así, en el distrito tocado por el trazado de la línea de transmisión, la población está disminuyendo en vez de aumentar, lo que lógicamente indica la presencia de fuertes corrientes de emigración hacia otras partes del país, predominantemente.

Estas pautas de evolución han hecho que el peso de la población del distrito primero, y de la ciudad de Santiago en él, se haya incrementado, de forma que haya pasado de un 33,9 a un 37% en el periodo de referencia, según puede verse en el cuadro B.2.76.

Por el contrario, el distrito de Chires disminuye en alto grado su peso demográfico en el cantón, pasando de 14 al 9,5% en el mismo periodo.

De lo anterior es claro que en esta zona, y más claramente para el distrito por donde pasa la línea de transmisión, no se está generando ningún tipo de presión hacia la ocupación de nuevas áreas producto del crecimiento demográfico, sino que más bien esa presión estaría disminuyendo ya que la población es cada vez menor.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, hay un predominio de población rural para el cantón, de forma que la misma constituye prácticamente tres cuartas partes del total (15,1% de rural concentrada y 59,8% de rural dispersa), siendo la población urbana apenas una cuarta parte del total, concentrada casi en su totalidad en la ciudad de Santiago (17,6 de población urbana y 7,5% de periferia urbana), según se indica en el

cuadro B.2.77. Por su parte, en el distrito de Chires el total de la población es clasificada como rural dispersa.

Cuadro B.2.76. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Puriscal por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Santiago	33,9	37,0
Mercedes Sur	15,5	17,3
Barbacoas	10,5	10,9
Grifo Alto	3,9	3,7
San Rafael	6,2	5,2
Candelarita	5,8	4,8
Desamparaditos	2,0	2,0
San Antonio	8,2	9,5
Chires	14,0	9,5
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.75 de este informe.

Cuadro B.2.77. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Puriscal y Distrito de Chires. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Puriscal		Distrito Chires	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	5 189	17,6	0	--
Periferia Urbana	2 201	7,5	0	--
Rural Concentrado	4 429	15,1	0	--
Rural Disperso	17 588	59,8	2 806	100,0
Total	29 407	100,0	2 806	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a la estructura de la población por edad y sexo, según puede verse en los cuadros B.2.78 y B.2.79 y los gráficos 35 y 36, lo primero que salta a la vista para el cantón de Puriscal es el reflejo a nivel de la estructura de edades del proceso de disminución de la natalidad. Así, puede verse el poco peso relativo en la estructura del grupo de 0 a 4 años, especialmente respecto a los grupos de 5 a 9 y 10 a 14 años.

Esto es a todas luces reflejo de la acción combinada de un menor número de hijos tenidos por las mujeres y de la emigración fuerte de personas en las edades reproductivas en que se suelen tener más hijos (20 a 29 años).

Es claro que si el cantón en su totalidad tiene un ritmo de crecimiento que está 30 puntos porcentuales por debajo del correspondiente al país, eso no puede ser otra cosa que el resultado de la presencia de fuertes corrientes de emigración. En la estructura es clara la gran diferencia de tamaño de los grupos de edad de 20 a 29 años respecto de los anteriores (15 a 19 y 10 a 14 años), lo que nos indica que existe una fuerte salida de adultos jóvenes hacia otras partes del país.

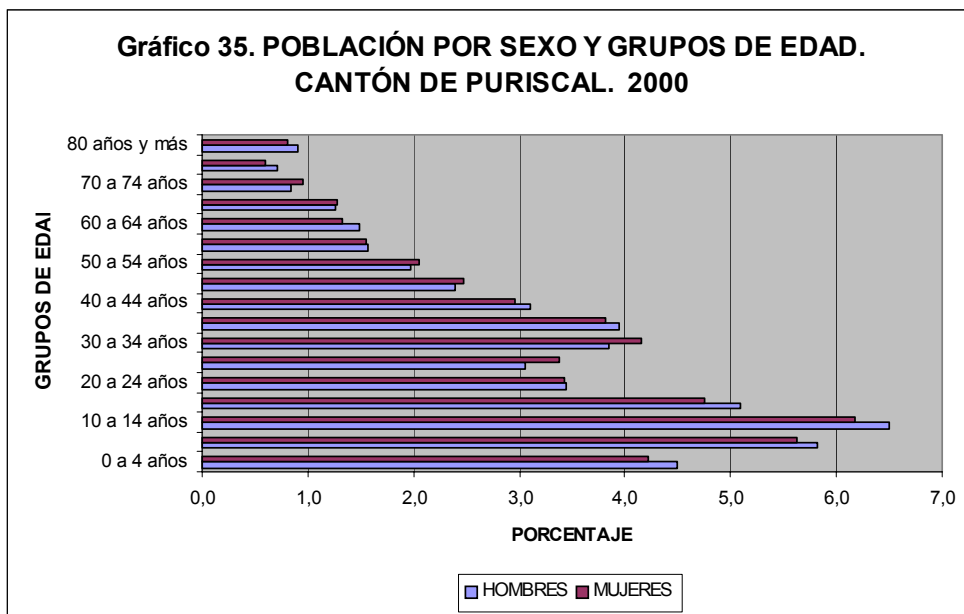
Aún más, es significativo que el proceso de emigración empiece a una edad muy temprana, que se manifiesta claramente en el menor tamaño del grupo de 15 a 19 años respecto al precedente.

Estas mismas tendencias se presentan para el distrito de Chires, aunque de manera más acentuada, producto del fuerte proceso de emigración que ha llevado a la disminución absoluta de su población.

Cuadro B.2.78. Distribución de la Población del Cantón de Puriscal por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Puriscal					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	2 565	1 323	1 242	8,7	4,5	4,2
5 a 9 años	3 364	1 711	1 653	11,4	5,8	5,6
10 a 14 años	3 726	1 912	1 814	12,7	6,5	6,2
15 a 19 años	2 894	1 496	1 398	9,8	5,1	4,8
20 a 24 años	2 018	1 012	1 006	6,9	3,4	3,4
25 a 29 años	1 894	899	995	6,4	3,1	3,4
30 a 34 años	2 354	1 131	1 223	8,0	3,8	4,2
35 a 39 años	2 285	1 161	1 124	7,8	3,9	3,8
40 a 44 años	1 784	913	871	6,1	3,1	3,0
45 a 49 años	1 429	702	727	4,9	2,4	2,5
50 a 54 años	1 183	580	603	4,0	2,0	2,1
55 a 59 años	917	462	455	3,1	1,6	1,5
60 a 64 años	828	437	391	2,8	1,5	1,3
65 a 69 años	748	371	377	2,5	1,3	1,3
70 a 74 años	525	245	280	1,8	0,8	1,0
75 a 79 años	386	211	175	1,3	0,7	0,6
80 años y más	507	268	239	1,7	0,9	0,8
Total	29 407	14 834	14 573	100,0	50,4	49,6

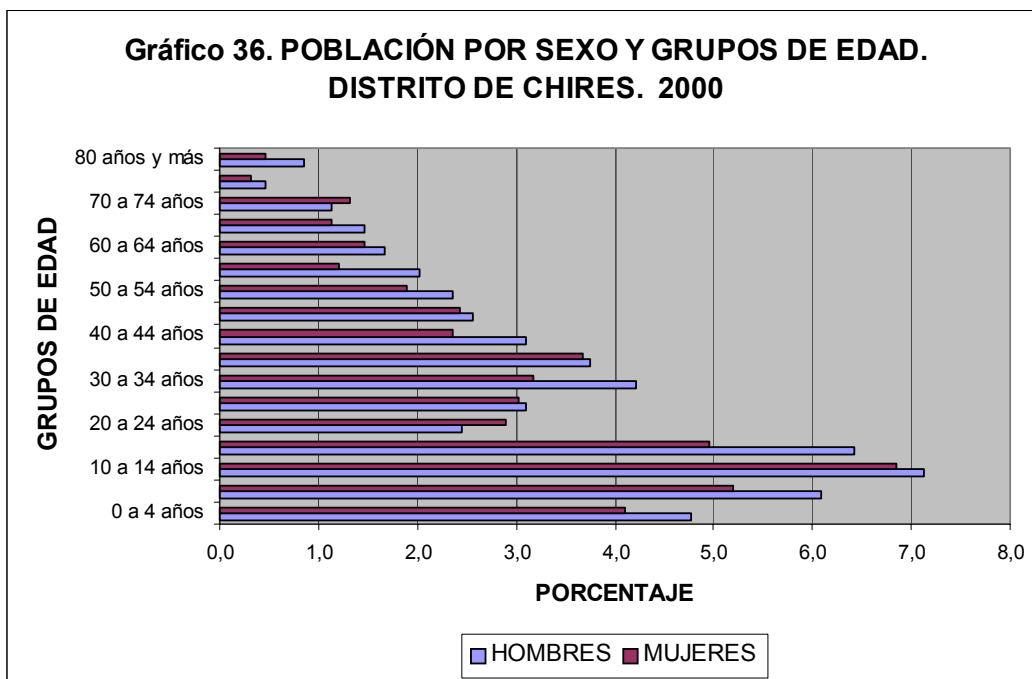
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.79. Distribución de la Población del Distrito de Chires por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Chires					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	249	134	115	8,9	4,8	4,1
5 a 9 años	317	171	146	11,3	6,1	5,2
10 a 14 años	392	200	192	14,0	7,1	6,8
15 a 19 años	319	180	139	11,4	6,4	5,0
20 a 24 años	150	69	81	5,3	2,5	2,9
25 a 29 años	172	87	85	6,1	3,1	3,0
30 a 34 años	207	118	89	7,4	4,2	3,2
35 a 39 años	208	105	103	7,4	3,7	3,7
40 a 44 años	153	87	66	5,5	3,1	2,4
45 a 49 años	140	72	68	5,0	2,6	2,4
50 a 54 años	119	66	53	4,2	2,4	1,9
55 a 59 años	91	57	34	3,2	2,0	1,2
60 a 64 años	88	47	41	3,1	1,7	1,5
65 a 69 años	73	41	32	2,6	1,5	1,1
70 a 74 años	69	32	37	2,5	1,1	1,3
75 a 79 años	22	13	9	0,8	0,5	0,3
80 años y más	37	24	13	1,3	0,9	0,5
Total	2 806	1 503	1 303	100,0	53,6	46,4

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



En primer lugar, es significativo que el proceso de emigración es más acentuado en las mujeres que en los hombres, lo que da como resultado una proporción considerablemente más alta de hombres que de mujeres (53,6 contra 46,4%, ver cuadro B.2.79).

Como producto de los procesos de emigración, el peso de la población de adultos jóvenes en la población es reducido, por lo que puede afirmarse que la población está pasando por un proceso acelerado de envejecimiento, por el que la fuerza de trabajo en las edades más productivas representa una proporción reducida (ver el pequeño tamaño de los grupos de edad de 20 a 29 años).

Asimismo, es claro que el proceso de emigración empieza a una edad temprana, manifestándose fuertemente en el grupo de 15 a 19 años, y mostrando una propensión a migrar mayor en las mujeres, de forma que la población que reside en la zona presenta una proporción notoriamente más alta de hombres en ese grupo de edad.

El efecto del descenso de la natalidad en la estructura por edades de la población es extremado, con una proporción de niños menores de 5 años muy reducida y claramente inferior a la correspondiente a los grupos de 5 a 9, 10 a 14 y aún 15 a 19 años. En ello, a no dudarlo, contribuye en alto grado además de la posible disminución del número de niños tenidos por las mujeres, la fuerte emigración de población en las edades más reproductivas, de forma que la proporción de mujeres de 20 a menos de 30 años es muy baja.

Asimismo, las personas en edad de trabajar presentan una proporción muy baja de adultos jóvenes, en tanto que en la misma se da un fuerte peso de los mayores de 30

años, por lo que se puede afirmar que la emigración significa la salida de la población en su edad más productiva desde el punto de vista físico.

En lo que se refiere al cantón de Turrubares, la situación es similar a la de Puriscal pero más extrema, ya que la población creció apenas un 9,1% en el periodo considerado (16 años), según puede verse en el cuadro B.2.80. Este crecimiento, 48,6 puntos porcentuales inferior al correspondiente al país, es el resultado de la combinación de situaciones muy dispares entre los distritos, de forma que mientras San Pablo aumentó su población a un ritmo incluso un poco superior a la media nacional, San Pedro experimentó una disminución significativa en sus habitantes (-16,1%), al igual que San Luis pero en menor dimensión (-2,5%), en tanto San Juan de Mata presenta un estancamiento (un crecimiento de 2,9% en 16 años).

Resulta claro que en esta zona la evolución demográfica del distrito por el que pasa el trazado de la línea de transmisión eléctrica, San Juan de Mata, no está generando ninguna presión para la ocupación de nuevas tierras derivada del crecimiento poblacional.

Esta evolución demográfica ha ocasionado que cada vez una mayor proporción de la población se concentre en el distrito de San Pablo, de forma que el mismo pasó de tener el 16,9% de los habitantes del cantón en 1 984, a prácticamente la cuarta parte de los mismos en el año 2 000 (24,4%), según puede verse en el cuadro B.2.81.

Cuadro B.2.80. Población del Cantón de Turrubares por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	4 471	4 877	9,1
San Pablo	755	1 192	57,9
San Pedro	595	499	-16,1
San Juan de Mata	2 648	2 725	2,9
San Luis	473	461	-2,5

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.81. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Turrubares por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
San Pablo	16,9	24,4
San Pedro	13,3	10,2
San Juan de Mata	59,2	55,9
San Luis	10,6	9,5
Cantón	100,0	100,0

FUENTE: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.80 de este informe.

Por su parte San Juan de Mata, que tenía en 1 984 casi el 60% de los pobladores del Cantón, disminuyó su peso relativo al 55,9% en el año 2 000.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, se da un marcado predominio de la población rural, que representa el 84,2% del total, en tanto que la población urbana apenas llega al 15,8% (cuadro B.2.82). Asimismo, es interesante que toda la población rural es clasificada como dispersa.

En el caso del distrito de San Juan de Mata, la totalidad de la población es considerada como rural dispersa, de forma que si bien este distrito es el más importante desde el punto de vista demográfico en el cantón, sus patrones de poblamiento indican que no existen poblados con alta concentración de habitantes en áreas pequeñas, sino que por el contrario la densidad de población es muy baja.

Cuadro 82. Distribución Porcentual de la Población por Área Urbano Rural. Cantón de Turrubares y Distrito de San Juan De Mata. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Turrubares		Distrito San Juan De Mata	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	769	15,8	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	0	--
Rural Disperso	4 108	84,2	2 725	100,0
Total	4 877	100,0	2 725	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La estructura por edad y sexo del cantón de Turrubares y para el distrito de San Juan de Mata, refleja esas pautas de evolución demográfica por las que la población crece a un ritmo sumamente lento, principalmente por la presencia de fuertes corrientes de emigración a otras partes del país (ver cuadros B.2.83 y 84 y gráficos 37 y 38).

En el cantón, la proporción correspondiente a los sexos muestra una mayor proporción de hombres (52,4 contra 47,6%, ver cuadro 83), lo que es probablemente el resultado de una emigración más acentuada de las mujeres, como resultado de las menores oportunidades laborales existentes para ellas en las zonas rurales.

La tendencia a una fuerte emigración de personas jóvenes, mostrada por el tamaño relativamente reducido de los grupos de edad entre los 20 y los 29 años respecto a los grupos anteriores, es muy marcada, según puede verse en el gráfico 37. Asimismo, es claro que la emigración empieza a una edad temprana, afectando claramente al grupo de 15 a 19 años, que muestra una disminución importante respecto al inferior (10 a 14 años).

La disminución de la natalidad es patente, reflejada en el menor tamaño del grupo de edad de 0 a 4 años respecto a los correspondientes a 5 a 9, 10 a 14 e incluso 15 a 19 años, como efecto combinado de un menor número de hijos tenidos por las mujeres y de la emigración de las personas en las edades más reproductivas.

Asimismo, es importante notar la proporción más alta de hombres que de mujeres en todos los grupos de edad correspondientes a adolescentes, adultos jóvenes y de edad mediana, lo que es un indicio de que la tendencia a la emigración más marcada de las mujeres es un fenómeno que lleva manifestándose ya muchos años en esta zona.

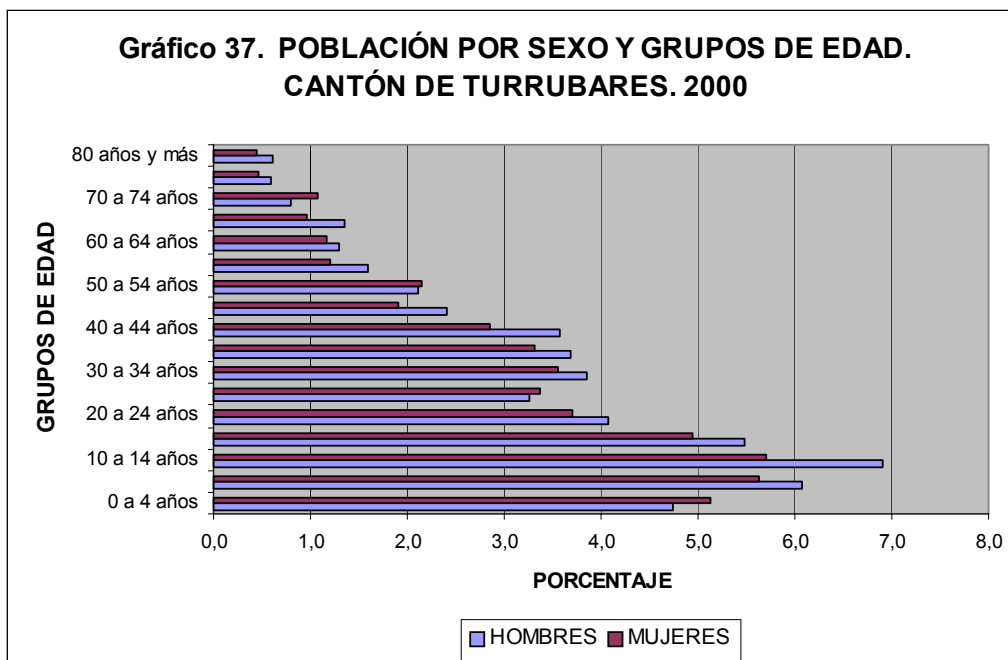
De la misma forma, la presencia continuada de la emigración hace que se esté ante la presencia de una población con una marcada tendencia hacia el envejecimiento, ocasionada por la combinación de un número cada vez menor de nacimientos y de la emigración de una proporción alta de las personas jóvenes.

Estas tendencias señaladas para la totalidad del cantón, se presentan aún en una forma más acentuada para el distrito de San Juan de Mata. Así, la proporción más alta de hombres que de mujeres en la población total es más acentuada, siendo de 53,8 contra 46,2%. Esta diferencia se presenta extremadamente acentuada entre los adolescentes y adultos jóvenes, indicando claramente la fuerte salida de mujeres en mayor proporción que los hombres.

Cuadro B.2.83. Distribución de la Población del Cantón de Turrubares por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Turrubares					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	481	231	250	9,9	4,7	5,1
5 a 9 años	571	296	275	11,7	6,1	5,6
10 a 14 años	615	337	278	12,6	6,9	5,7
15 a 19 años	508	267	241	10,4	5,5	4,9
20 a 24 años	380	199	181	7,8	4,1	3,7
25 a 29 años	323	159	164	6,6	3,3	3,4
30 a 34 años	361	188	173	7,4	3,9	3,5
35 a 39 años	342	180	162	7,0	3,7	3,3
40 a 44 años	313	174	139	6,4	3,6	2,9
45 a 49 años	210	117	93	4,3	2,4	1,9
50 a 54 años	208	103	105	4,3	2,1	2,2
55 a 59 años	137	78	59	2,8	1,6	1,2
60 a 64 años	120	63	57	2,5	1,3	1,2
65 a 69 años	113	66	47	2,3	1,4	1,0
70 a 74 años	91	39	52	1,9	0,8	1,1
75 a 79 años	52	29	23	1,1	0,6	0,5
80 años y más	52	30	22	1,1	0,6	0,5
Total	4 877	2 556	2 321	100,0	52,4	47,6

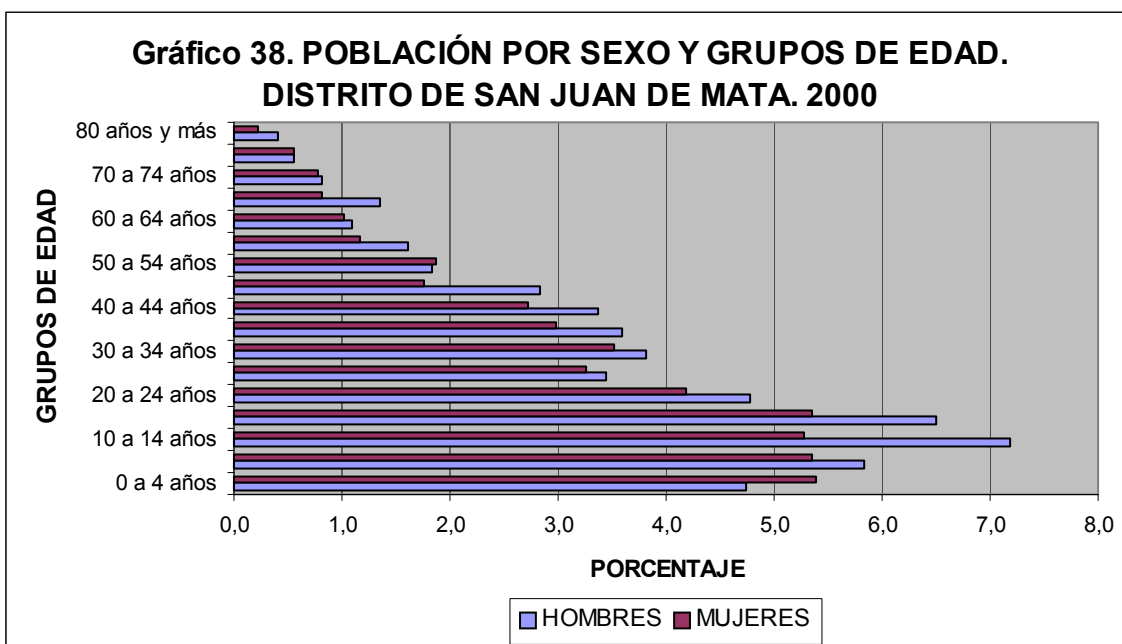
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.84. Distribución de la Población del Distrito de San Juan de Mata por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito San Juan De Mata					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	276	129	147	10,1	4,7	5,4
5 a 9 años	305	159	146	11,2	5,8	5,4
10 a 14 años	340	196	144	12,5	7,2	5,3
15 a 19 años	323	177	146	11,9	6,5	5,4
20 a 24 años	244	130	114	9,0	4,8	4,2
25 a 29 años	183	94	89	6,7	3,4	3,3
30 a 34 años	200	104	96	7,3	3,8	3,5
35 a 39 años	179	98	81	6,6	3,6	3,0
40 a 44 años	166	92	74	6,1	3,4	2,7
45 a 49 años	125	77	48	4,6	2,8	1,8
50 a 54 años	101	50	51	3,7	1,8	1,9
55 a 59 años	76	44	32	2,8	1,6	1,2
60 a 64 años	58	30	28	2,1	1,1	1,0
65 a 69 años	59	37	22	2,2	1,4	0,8
70 a 74 años	43	22	21	1,6	0,8	0,8
75 a 79 años	30	15	15	1,1	0,6	0,6
80 años y más	17	11	6	0,6	0,4	0,2
Total	2 725	1 465	1 260	100,0	53,8	46,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



La baja de la natalidad es igualmente acentuada, lo que combinado con la salida de adolescentes y adultos jóvenes, indica que la población está en un proceso marcado de envejecimiento.

El efecto de la emigración de jóvenes es extremadamente marcado en el tamaño relativo reducido de los grupos de edad entre los 20 y 24 años, aunque el fenómeno se empieza a manifestar desde el grupo anterior (15 a 19 años), y en forma especialmente acentuada para las mujeres. Es importante constatar que las mujeres empiezan a emigrar en esta zona a una edad muy temprana, pareciera que incluso antes de los 15 años, al contrario de los hombres, que lo hacen a una edad más tardía y en menor proporción.

B.2.1.2.4 Cantones y distritos de la Región Chorotega

La Región Chorotega conforma una amplia zona ubicada en su mayor parte en las partes bajas del Pacífico norte, con una población de 301 917 habitantes en el año 2 000, y un crecimiento de población más de 20 puntos porcentuales por debajo del correspondiente al país en el período 1 984 – 2 000.

Este bajo crecimiento poblacional se origina en una fuerte presencia de la emigración de población a otras áreas del país, la más alta entre todas las regiones del mismo, y en cuyo origen se encuentra una pérdida neta de empleos en el sector agropecuario y un crecimiento de la importancia de los sectores de comercio y servicios, insuficientes para compensar la pérdida de empleos mencionada (Ministerio de Agricultura y Ganadería. Informe Anual Región Chorotega 2 000, documento en página web www.mag.go.cr).

Es interesante que para la provincia de Guanacaste, se encontró el mayor índice de emigración para todo el país a este nivel, correspondiente a un 28,23% para el periodo intercensal, lo que significa una pérdida de población por migración de altas proporciones.

Los cantones por los que pasa el trazado de la red en esta región son Abangares, Cañas, Bagaces y La Cruz. La línea entra por el cantón de Abangares hacia Cañas, para luego pasar a Bagaces y de ahí al cantón de Upala de la Región Norte, y tomar el rumbo hacia la frontera con Nicaragua, a donde ingresa pasando por el cantón de La Cruz.

En estos cantones las ciudades principales son las cabeceras de cantón, que son a saber Las Juntas, Bagaces, Cañas y La Cruz. Aparte de ello, existen algunos poblados de alguna importancia, como son Guayabo y La Fortuna, ambos en Bagaces, y una amplia red de poblados secundarios y pueblos pequeños de población relativamente dispersa.

El cantón de Abangares presenta pautas de evolución demográfica totalmente acordes a las de la región, de forma que el crecimiento que la población del cantón ha tenido en el periodo de 16 años que va de 1 984 al año 2 000 está a un nivel que es apenas un poco más de la mitad del correspondiente al país (29,4% para el cantón y 57,7% para el país), lo que indica a las claras la presencia de fuertes corrientes de emigración hacia otras partes del país (cuadro B.2.85).

Esta pauta de crecimiento es el resultado de un crecimiento muy similar a la media cantonal para el distrito de Las Juntas, considerablemente más alto en Sierra y un poco menos en Colorado, y una disminución absoluta del número de habitantes en el distrito de San Juan (-9.2%).

Estas tendencias indican, en referencia a los distritos atravesados por el trazado de la línea de transmisión, la existencia de una presión moderada derivada del crecimiento de la población para la ocupación de nuevas áreas en el distrito de Las Juntas, un poco más alta en Colorado, y la tendencia inversa en San Juan, ya que en el mismo la población está disminuyendo en lugar de aumentar.

En lo que se refiere a la distribución de la población entre los distintos distritos, según aparece en el cuadro B.2.86, puede verse que Las Juntas concentra un poco más de la mitad de la población del cantón, y que esa proporción se mantiene a un nivel similar en el periodo, en tanto que aumenta el peso relativo de Colorado y Sierra, y disminuye considerablemente el de San Juan.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, en el cantón se da un amplio predominio de la población rural (74,8%), y dentro de esta la población rural dispersa (67,3%), en tanto que la población urbana significa apenas un poco más de la cuarta parte del total (25,8%, con apenas un 10,7% propiamente urbana y un 15,1% de periferia urbana), según puede verse en el cuadro B.2.87.

Cuadro B.2.85. Población del Cantón de Abangares por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	12 575	16 276	29,4
Juntas	6 568	8 612	31,1
Sierra	1 562	2 248	43,9
San Juan	1 475	1 340	-9,2
Colorado	2 970	4 076	37,2

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.86. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Abangares por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Juntas	52,3	52,9
Sierra	12,4	13,8
San Juan	11,7	8,2
Colorado	23,6	25,1
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.85 de este informe.

Cuadro B.2.87. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Abangares y Distrito de Las Juntas. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Abangares		Distrito Las Juntas	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	1 743	10,7	1 743	20,2
Periferia Urbana	2 460	15,1	2 460	28,6
Rural Concentrado	1 113	6,8	0	--
Rural Disperso	10 960	67,3	4 409	51,2
Total	16 276	100,0	8 612	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La población urbana se concentra toda en el distrito de Las Juntas, donde constituye el 48,8% del total, siendo interesante que el porcentaje correspondiente a la periferia urbana es superior al de la población propiamente urbana.

En los otros dos distritos tocados por el trazado de la línea de transmisión, se da un amplio predominio de la población rural, según puede verse en el cuadro B.2.88.

Cuadro B.2.88. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de San Juan y Colorado. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito San Juan		Distrito Colorado	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	1 113	27,3
Rural Disperso	1 340	100,0	2 963	72,7
Total	100,0	100,0	4 076	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Así, en el distrito de San Juan toda la población es considerada rural dispersa, en tanto que en Colorado esta también predomina ampliamente, junto a un 27,3% de población rural concentrada.

En lo que se refiere a la estructura por edad y sexo, la misma es resultado de las tendencias que tienen como eje central un crecimiento moderado de la población, o su estancamiento o aún reducción, producto de la existencia de fuertes corrientes de emigración a otras áreas del país, según puede verse en los cuadros B.2.89 a 92, y en los gráficos 39 a 42.

En el caso del cantón, es manifiesto el efecto del descenso de la natalidad, a nivel del tamaño relativamente reducido del grupo de edad de 0 a 4 años respecto a los de edad inmediatamente superior, como efecto combinado del bajo número de hijos tenidos por las mujeres y de la emigración de la población en la edad más reproductiva (20 a 29 años).

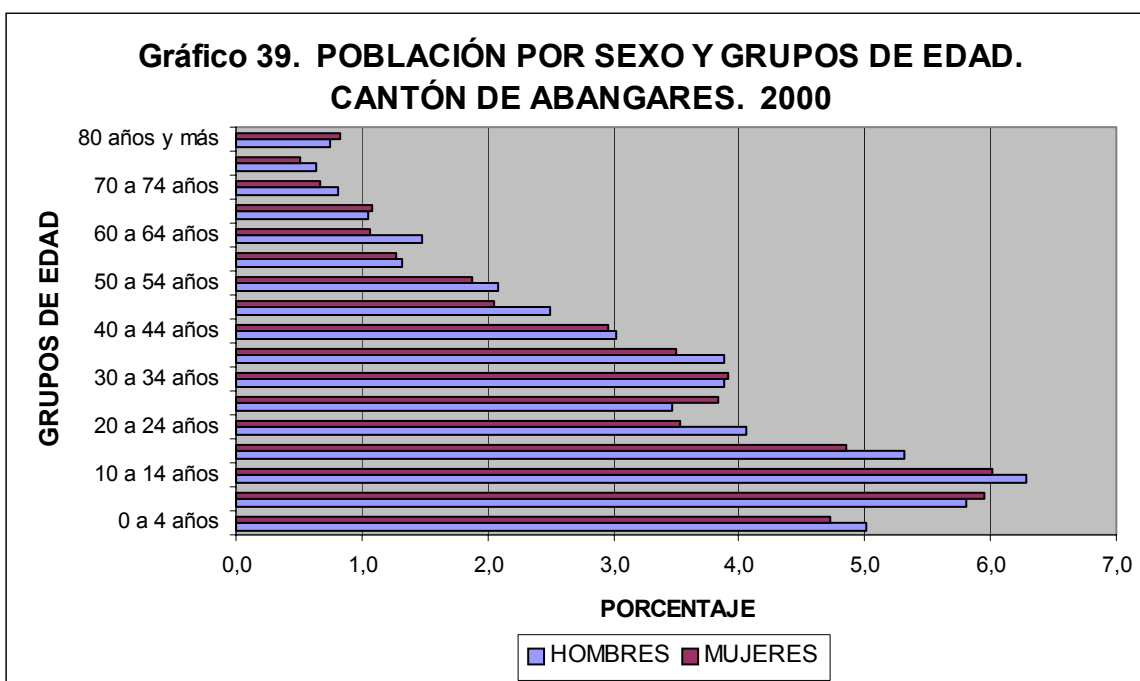
El efecto de la emigración es patente en el pequeño tamaño de los grupos de edad de 20 a 29 años respecto a los inmediatamente anteriores (10 a 19 años), indicando la fuerte salida de jóvenes, proceso que incluso se manifiesta ligeramente en el grupo de 15 a 19 años y con mayor intensidad en las mujeres. Esto llega a que los porcentajes correspondientes a la población masculina sean mayores que los de la femenina, tanto para esos grupos de edad como para la población total.

Esta estructura por edades es claramente la de una población en un proceso de envejecimiento acentuado, con porcentajes relativamente reducidos de jóvenes y una alta proporción de adultos de edad media, y una baja natalidad que está produciendo una reducción de la proporción de niños.

Cuadro B.2.89. Distribución de la Población del Cantón de Abangares por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Abangares					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1 584	815	769	9,7	5,0	4,7
5 a 9 años	1 915	946	969	11,8	5,8	6,0
10 a 14 años	2 000	1 022	978	12,3	6,3	6,0
15 a 19 años	1 657	866	791	10,2	5,3	4,9
20 a 24 años	1 235	661	574	7,6	4,1	3,5
25 a 29 años	1 188	565	623	7,3	3,5	3,8
30 a 34 años	1 270	633	637	7,8	3,9	3,9
35 a 39 años	1 200	631	569	7,4	3,9	3,5
40 a 44 años	973	491	482	6,0	3,0	3,0
45 a 49 años	741	406	335	4,6	2,5	2,1
50 a 54 años	644	338	306	4,0	2,1	1,9
55 a 59 años	422	216	206	2,6	1,3	1,3
60 a 64 años	416	242	174	2,6	1,5	1,1
65 a 69 años	346	170	176	2,1	1,0	1,1
70 a 74 años	241	133	108	1,5	0,8	0,7
75 a 79 años	187	104	83	1,1	0,6	0,5
80 años y más	257	122	135	1,6	0,7	0,8
Total	16 276	8 361	7 915	100,0	51,4	48,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Esas mismas características de la estructura, aunque en forma menos acentuada, pueden verse para el distrito de Las Juntas, en una forma casi idéntica que la correspondiente al cantón (cuadro B.2.90 y gráfico 40). Esto es lógico si se considera que este distrito concentra un poco más de la mitad de la población del cantón, teniendo además un nivel de crecimiento muy similar.

El distrito de San Juan, por el contrario, presenta los efectos de un fuerte proceso de emigración de la población en la estructura. Así, y según puede verse en el cuadro B.2.91 y el gráfico 41, la disminución de la natalidad está generando una proporción muy reducida de niños (0 a 4 años), como producto del menor número de hijos tenidos por las mujeres y la fuerte emigración de mujeres en la edad más reproductiva.

Esta emigración se refleja en una forma sumamente marcada, de forma que los grupos de edad de 0 a 29 años son muy inferiores en tamaño a los precedentes, indicando la fuerte salida de la población de jóvenes y adolescentes, ya que el proceso se manifiesta marcadamente incluso en el grupo de 15 a 19 años.

Asimismo, es interesante constatar el fuerte desequilibrio de la proporción entre los sexos a favor de los hombres, lo que a las claras indica que son las mujeres las que emigran en mayor grado que la población masculina.

Este desequilibrio se encuentra tanto en la población joven como entre la de edad media, lo que indica que la tendencia a una emigración más marcada de las mujeres está presente desde hace ya bastante tiempo en la población de este distrito, y se refleja también para la población total.

También es importante señalar que la estructura por edad y sexo de la población de este distrito es sumamente irregular, lo que generalmente ocurre en zonas geográficas de baja población sometida a fuertes procesos migratorios.

El distrito de Colorado, por su parte, presenta un caso interesante, en el que parece juntarse la influencia de procesos diversos. Por un lado, presenta una disminución sumamente acentuada de la natalidad, de forma que los niños de 0 a 4 años representan una proporción menor incluso que la correspondiente al grupo de 15 a 19, la cual es producto de los procesos que se han venido analizando (cuadro B.2.92, gráfico 42).

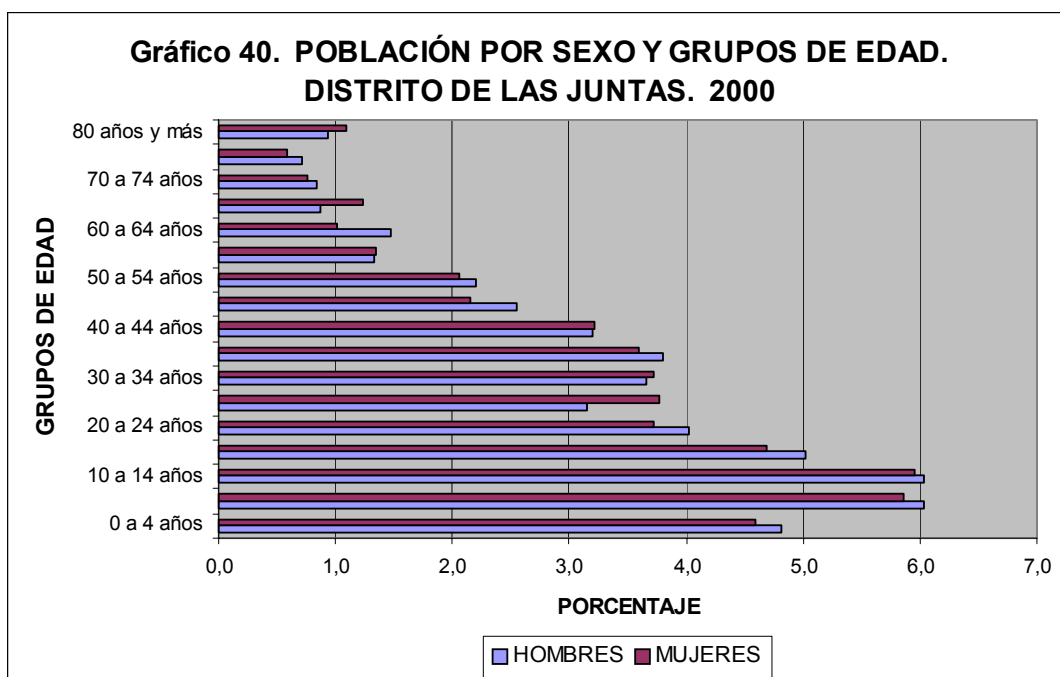
La emigración de jóvenes es sumamente acentuada, con un proceso de salida que empieza claramente a una edad más tardía que en el distrito de San Juan, pero muy marcado en el sentido de presentar una incidencia mayor entre la población femenina.

Sin embargo, esa emigración de personas jóvenes parece que ha sido compensada en parte por la llegada a la zona de adultos de edad media, de forma que puede verse que la proporción correspondiente a los grupos de edad entre 30 y 49 años es muy alta.

Cuadro B.2.90. Distribución de la Población del Distrito de las Juntas por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Las Juntas					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	810	414	396	9,4	4,8	4,6
5 a 9 años	1 023	519	504	11,9	6,0	5,9
10 a 14 años	1 032	519	513	12,0	6,0	6,0
15 a 19 años	836	432	404	9,7	5,0	4,7
20 a 24 años	667	346	321	7,7	4,0	3,7
25 a 29 años	595	271	324	6,9	3,1	3,8
30 a 34 años	636	315	321	7,4	3,7	3,7
35 a 39 años	637	328	309	7,4	3,8	3,6
40 a 44 años	552	275	277	6,4	3,2	3,2
45 a 49 años	404	219	185	4,7	2,5	2,1
50 a 54 años	367	190	177	4,3	2,2	2,1
55 a 59 años	231	115	116	2,7	1,3	1,3
60 a 64 años	214	127	87	2,5	1,5	1,0
65 a 69 años	182	75	107	2,1	0,9	1,2
70 a 74 años	138	72	66	1,6	0,8	0,8
75 a 79 años	113	62	51	1,3	0,7	0,6
80 años y más	175	81	94	2,0	0,9	1,1
Total	8 612	4 360	4 252	100,0	50,6	49,4

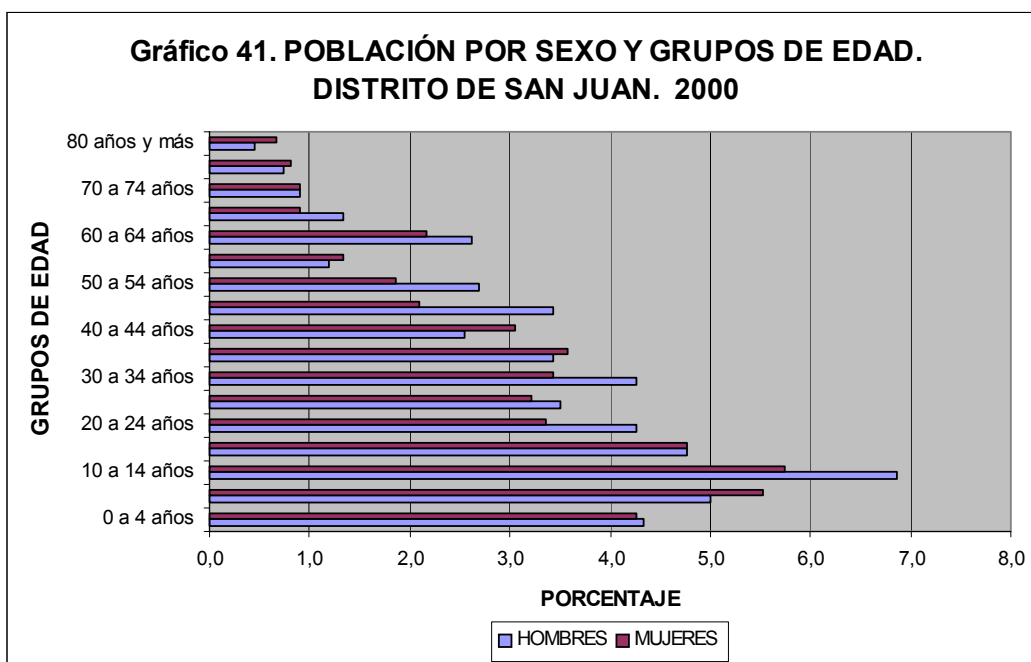
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.91. Distribución de la Población del Distrito de San Juan por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito San Juan					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	115	58	57	8,6	4,3	4,3
5 a 9 años	141	67	74	10,5	5,0	5,5
10 a 14 años	169	92	77	12,6	6,9	5,7
15 a 19 años	128	64	64	9,6	4,8	4,8
20 a 24 años	102	57	45	7,6	4,3	3,4
25 a 29 años	90	47	43	6,7	3,5	3,2
30 a 34 años	103	57	46	7,7	4,3	3,4
35 a 39 años	94	46	48	7,0	3,4	3,6
40 a 44 años	75	34	41	5,6	2,5	3,1
45 a 49 años	74	46	28	5,5	3,4	2,1
50 a 54 años	61	36	25	4,6	2,7	1,9
55 a 59 años	34	16	18	2,5	1,2	1,3
60 a 64 años	64	35	29	4,8	2,6	2,2
65 a 69 años	30	18	12	2,2	1,3	0,9
70 a 74 años	24	12	12	1,8	0,9	0,9
75 a 79 años	21	10	11	1,6	0,7	0,8
80 años y más	15	6	9	1,1	0,4	0,7
Total	1 340	701	639	100,0	52,3	47,7

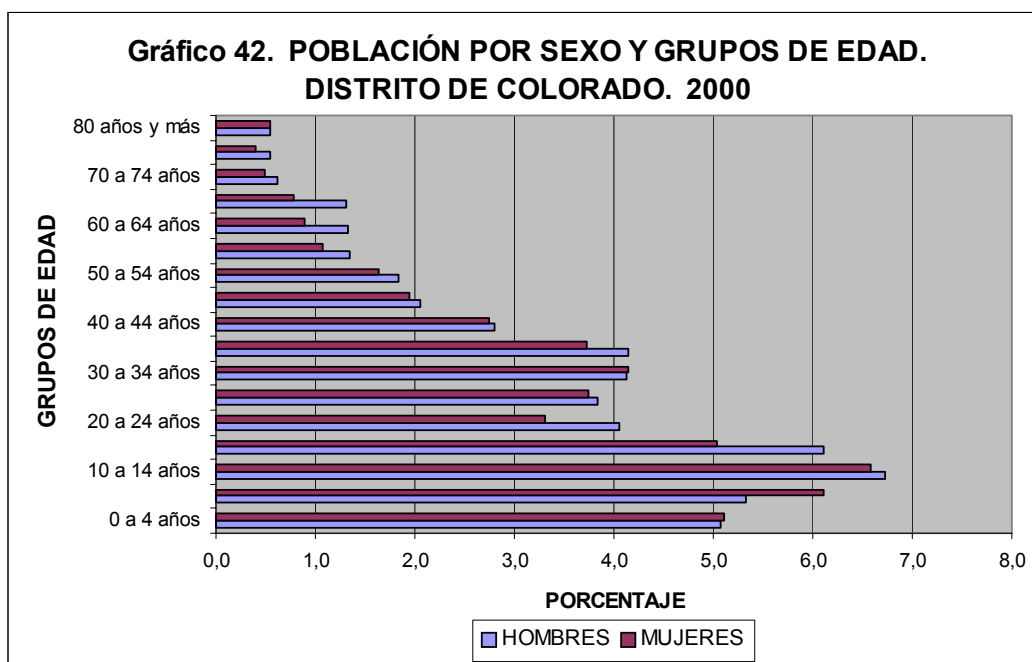
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.92. Distribución de la Población del Distrito de Colorado por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Colorado					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	415	207	208	10,2	5,1	5,1
5 a 9 años	466	217	249	11,4	5,3	6,1
10 a 14 años	542	274	268	13,3	6,7	6,6
15 a 19 años	454	249	205	11,1	6,1	5,0
20 a 24 años	300	165	135	7,4	4,0	3,3
25 a 29 años	309	156	153	7,6	3,8	3,8
30 a 34 años	337	168	169	8,3	4,1	4,1
35 a 39 años	321	169	152	7,9	4,1	3,7
40 a 44 años	226	114	112	5,5	2,8	2,7
45 a 49 años	163	84	79	4,0	2,1	1,9
50 a 54 años	142	75	67	3,5	1,8	1,6
55 a 59 años	99	55	44	2,4	1,3	1,1
60 a 64 años	90	54	36	2,2	1,3	0,9
65 a 69 años	85	53	32	2,1	1,3	0,8
70 a 74 años	45	25	20	1,1	0,6	0,5
75 a 79 años	38	22	16	0,9	0,5	0,4
80 años y más	44	22	22	1,1	0,5	0,5
Total	4 076	2 109	1 967	100,0	51,7	48,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Así, el proceso de crecimiento de la población relativamente modesto pero mayor incluso que el que se presenta para la media del cantón y del distrito de Las Juntas, pareciera ser el resultado de la llegada a la zona de familias constituidas, que compensan en parte la emigración de los jóvenes, y curiosamente, contribuyen a aumentar la proporción de personas de niños y adolescentes entre los 5 y los 14 años.

Esta instalación de familias constituidas en la zona probablemente está vinculada a la existencia de oportunidades laborales en las actividades relacionadas con la producción de cemento, que combinan el empleo directo en las fábricas y las actividades extractivas de materiales en las canteras, con el transporte tanto de productos terminados a todos los puntos del territorio nacional, como de materias primas hacia la planta.

El cantón de Cañas, por su parte, presenta un crecimiento moderado de la población, con un panorama sumamente heterogéneo entre sus distritos, según puede verse en el cuadro B.2.93. El cantón en su totalidad creció en un 39,3% en los 16 años comprendidos entre 1 984 y el año 2 000, lo que representa un ritmo inferior en más de 18 puntos porcentuales respecto al del país.

A nivel distrital, se tiene un crecimiento alto en Bebedero, superior incluso al nacional, relativamente alto en Cañas aunque inferior al nacional, bajo en Porosal, una baja sustancial en Palmira y un práctico estancamiento en San Miguel, con una disminución ligera del número de sus habitantes en el periodo de referencia.

A partir de estas pautas de crecimiento, en los distritos atravesados por la línea de transmisión, se tiene que este crecimiento estaría generando una presión sustancial en Bebedero para la ocupación de nuevas tierras en áreas habitacionales, así como en Cañas aunque en menor medida, en tanto que esta presión no existiría del todo en San Miguel, ya que este distrito tiene un crecimiento ligeramente negativo.

Cuadro B.2.2.93. Población del Cantón de Cañas por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	17 284	24 076	39,3
Cañas	12 818	18 798	46,7
Palmira	1 110	916	-1,5
San Miguel	1 526	1 520	-0,4
Bebedero	1 279	2 123	66,0
Porosal	551	719	30,5

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a la distribución de la población entre los distritos, el cantón de Cañas presenta la particularidad de que prácticamente el 80% de los habitantes se concentra en el distrito primero, y dentro de éste, en la ciudad de Cañas, tendencia que incluso tiende a acentuarse en el periodo de referencia, según puede verse en el cuadro B.2.94.

El resto de los distritos tienen una población muy reducida y, con la excepción de Bebedero, han disminuido su importancia relativa en la población del cantón.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, según puede verse en los cuadros B.2.95 y 96, es importante señalar el alto porcentaje de población urbana tanto para el cantón como para el distrito de Cañas, que es de 68,6% para el primero y de 87,9% para el segundo.

Es importante señalar que la población rural dentro del distrito primero apenas supera el 12%, ya que es precisamente esa zona rural la atravesada por el trazado de la línea de transmisión.

Cuadro B.2.94. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Cañas por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Cañas	74,2	78,1
Palmira	6,4	3,8
San Miguel	8,8	6,3
Bebedero	7,4	8,8
Porosal	3,2	3,0
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.93 de este informe.

Cuadro B.2.95. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Cañas y Distrito de Cañas. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Cañas		Distrito Cañas	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	15 858	65,9	15 858	84,4
Periferia Urbana	654	2,7	654	3,5
Rural Concentrado	2 175	9,0	0	--
Rural Disperso	5 389	22,4	2 286	12,2
Total	24 076	100,0	18 798	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Por su parte, los distritos de Bebedero y San Miguel presentan un 100% de población rural, siendo la rural dispersa predominante en este último distrito, en tanto que en Bebedero se da una fuerte presencia de población rural concentrada.

Cuadro B.2.96. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de San Miguel y Bebedero. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito San Miguel		Distrito Bebedero	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	-	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	1 932	91,0
Rural Disperso	1 520	100,0	191	9,0
Total	1 520	100,0	2 123	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La estructura de la población por edad y sexo, por su parte, es reflejo de las pautas de evolución de la población (cuadros B.2.97 a 100 y gráficos 43 a 46). El cantón de Cañas, según puede verse en el cuadro B.2.97 y el gráfico 44, muestra el efecto de una disminución de la natalidad, si bien menos acentuada que en otras áreas que se ha analizado aquí, a través del menor tamaño del grupo de 0 a 4 años respecto al de edad superior (5 a 9 años).

Asimismo, se nota la influencia en la estructura de la migración de jóvenes, de forma que se presenta un tamaño considerablemente menor del grupo de edad de 20 a 24 años respecto a los anteriores. Es claro que existe una emigración importante de jóvenes y adolescentes, en una forma relativamente equilibrada entre hombres y mujeres.

El distrito de Cañas, por su parte, muestra tendencias similares a las apuntadas para el cantón, según puede verse en el cuadro B.2.98 y el gráfico 44. Sin embargo, el efecto del proceso de emigración en esta zona es un poco menos acentuado que el cantón.

En esta área es interesante que la estructura por sexo muestra una mayor proporción de mujeres entre los adultos jóvenes y de edad mediana, lo que pareciera estar indicando que, al mismo tiempo que se genera una emigración de personas jóvenes, la ciudad de Cañas desde hace tiempo se ha convertido en una zona de inmigración para mujeres que llegan a ella para aprovechar las fuentes de trabajo existentes.

El distrito de San Miguel, por el contrario, presenta una estructura sumamente irregular en cuanto a su distribución por sexo y edad, como generalmente corresponde a áreas con una baja población y sometidas a fuertes proceso de emigración. Así, lo primero que se destaca es que en la población total existe una proporción bastante más amplia de hombres que de mujeres, según puede verse en el cuadro B.2.99.

Esta diferencia por sexo es especialmente acentuada en los grupos de edad correspondientes a los adultos jóvenes, lo que es una consecuencia de la presencia de una emigración más acentuada de las mujeres.

La baja de la natalidad es también notoria, como consecuencia combinada del menor número de hijos tenidos por las mujeres y de la emigración de personas en sus edades más reproductivas.

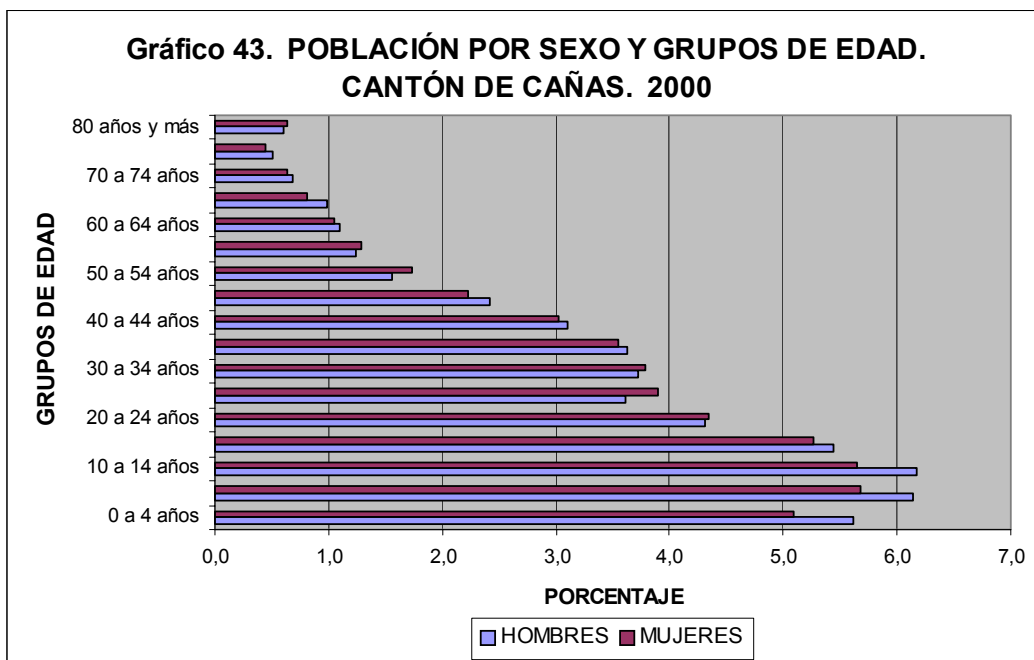
Cuadro B.2.97. Distribución de la Población del Cantón de Cañas por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Cañas					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	2 578	1 352	1 226	10,7	5,6	5,1
5 a 9 años	2 844	1 477	1 367	11,8	6,1	5,7
10 a 14 años	2 849	1 488	1 361	11,8	6,2	5,7
15 a 19 años	2 577	1 309	1 268	10,7	5,4	5,3
20 a 24 años	2 086	1 039	1 047	8,7	4,3	4,3
25 a 29 años	1 809	871	938	7,5	3,6	3,9
30 a 34 años	1 807	896	911	7,5	3,7	3,8
35 a 39 años	1 727	874	853	7,2	3,6	3,5
40 a 44 años	1 475	746	729	6,1	3,1	3,0
45 a 49 años	1 119	582	537	4,6	2,4	2,2
50 a 54 años	796	377	419	3,3	1,6	1,7
55 a 59 años	610	300	310	2,5	1,2	1,3
60 a 64 años	518	265	253	2,2	1,1	1,1
65 a 69 años	431	236	195	1,8	1,0	0,8
70 a 74 años	319	166	153	1,3	0,7	0,6
75 a 79 años	231	124	107	1,0	0,5	0,4
80 años y más	300	145	155	1,2	0,6	0,6
Total	24 076	12 247	11 829	100,0	50,9	49,1

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

La estructura de este distrito muestra claramente que es una población en un proceso acelerado de envejecimiento, generado por la baja de la natalidad y la emigración de jóvenes y adolescentes.

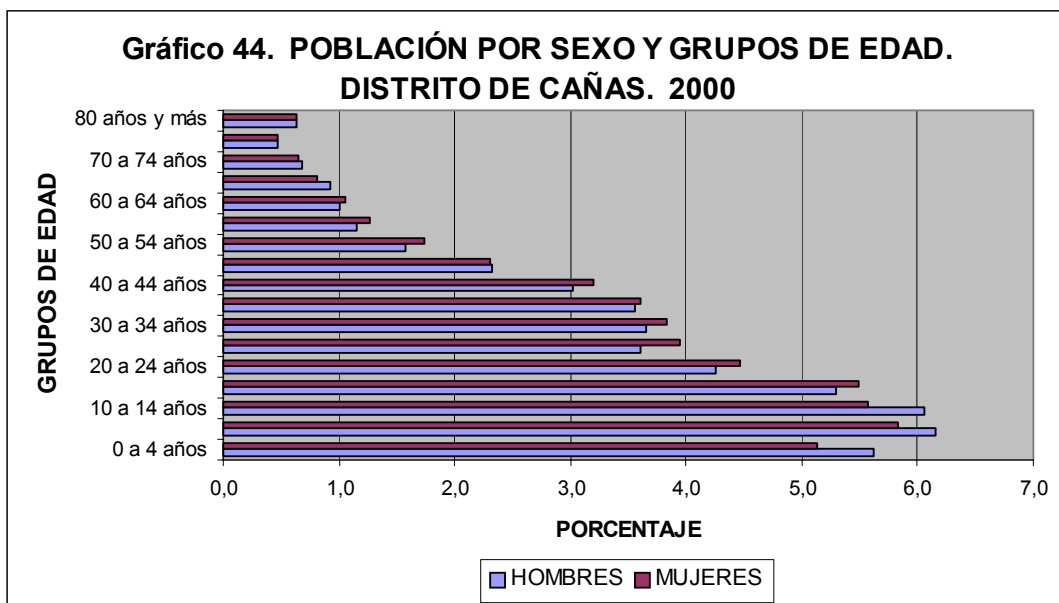
El distrito de Bebedero, por su parte, presenta una estructura por edad y sexo totalmente diferente a las anteriores. En primer lugar, es significativa la gran diferencia entre la proporción de hombres y mujeres en la población total, de forma que los porcentajes son de 55,4% para los primeros y de 44,6% para las segundas. Esto es claro reflejo de la dependencia que tiene la población de este distrito del empleo en la Empresa Taboga, que genera empleo principalmente para la población masculina en labores de campo en el cultivo y cosecha de la caña de azúcar, y en las labores de procesamiento de la misma para la producción de azúcar y alcohol



Cuadro B.2.98. Distribución de la Población del Distrito de Cañas por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Cañas					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	2 021	1 055	966	10,8	5,6	5,1
5 a 9 años	2 254	1 157	1 097	12,0	6,2	5,8
10 a 14 años	2 186	1 140	1 046	11,6	6,1	5,6
15 a 19 años	2 025	994	1 031	10,8	5,3	5,5
20 a 24 años	1 642	801	841	8,7	4,3	4,5
25 a 29 años	1 418	677	741	7,5	3,6	3,9
30 a 34 años	1 407	686	721	7,5	3,6	3,8
35 a 39 años	1 346	668	678	7,2	3,6	3,6
40 a 44 años	1 168	567	601	6,2	3,0	3,2
45 a 49 años	871	436	435	4,6	2,3	2,3
50 a 54 años	623	297	326	3,3	1,6	1,7
55 a 59 años	454	217	237	2,4	1,2	1,3
60 a 64 años	387	189	198	2,1	1,0	1,1
65 a 69 años	326	173	153	1,7	0,9	0,8
70 a 74 años	252	129	123	1,3	0,7	0,7
75 a 79 años	179	89	90	1,0	0,5	0,5
80 años y más	239	120	119	1,3	0,6	0,6
Total	18 798	9 395	9 403	100,0	50,0	50,0

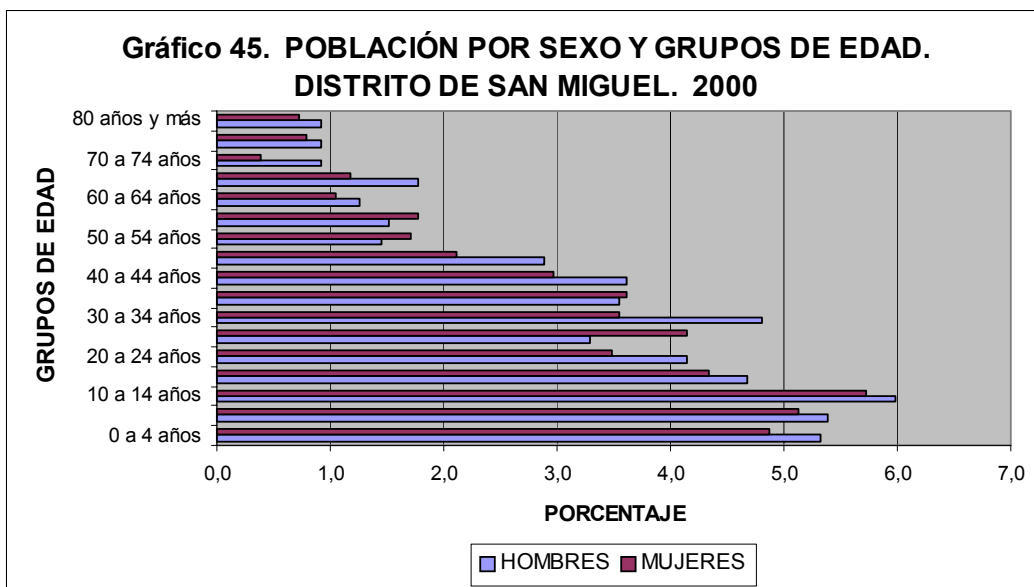
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.99. Distribución de la Población del Distrito de San Miguel de Cañas por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito San Miguel					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	155	81	74	10,2	5,3	4,9
5 a 9 años	160	82	78	10,5	5,4	5,1
10 a 14 años	178	91	87	11,7	6,0	5,7
15 a 19 años	137	71	66	9,0	4,7	4,3
20 a 24 años	116	63	53	7,6	4,1	3,5
25 a 29 años	113	50	63	7,4	3,3	4,1
30 a 34 años	127	73	54	8,4	4,8	3,6
35 a 39 años	109	54	55	7,2	3,6	3,6
40 a 44 años	100	55	45	6,6	3,6	3,0
45 a 49 años	76	44	32	5,0	2,9	2,1
50 a 54 años	48	22	26	3,2	1,4	1,7
55 a 59 años	50	23	27	3,3	1,5	1,8
60 a 64 años	35	19	16	2,3	1,3	1,1
65 a 69 años	45	27	18	3,0	1,8	1,2
70 a 74 años	20	14	6	1,3	0,9	0,4
75 a 79 años	26	14	12	1,7	0,9	0,8
80 años y más	25	14	11	1,6	0,9	0,7
Total	1 520	797	723	100,0	52,4	47,6

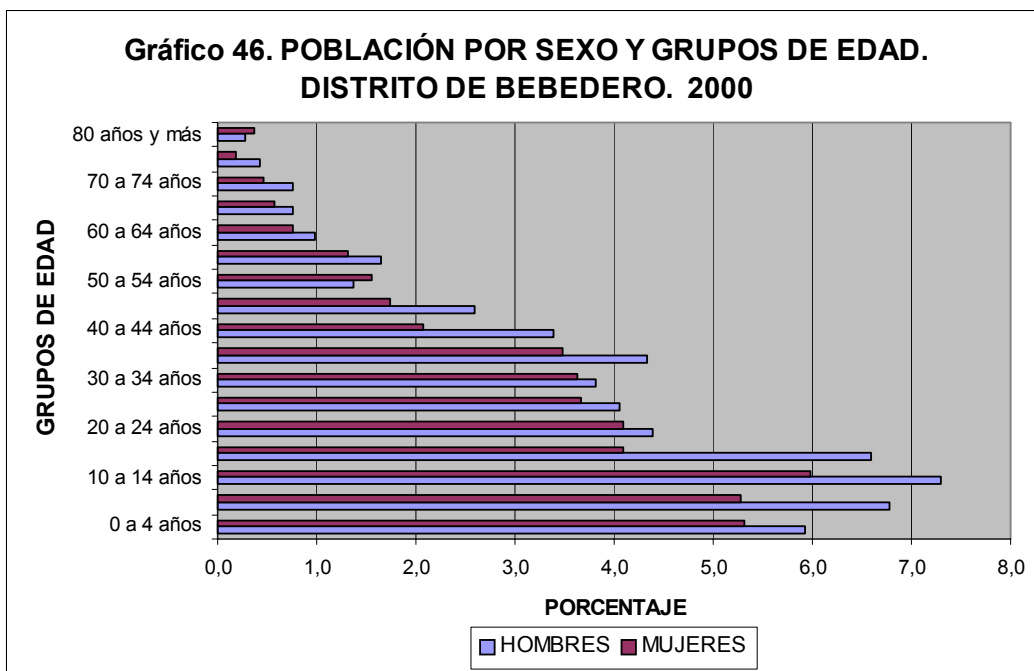
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.100. Distribución de la Población del Distrito de Bebedero por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Bebedero					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	239	126	113	11,3	5,9	5,3
5 a 9 años	256	144	112	12,1	6,8	5,3
10 a 14 años	282	155	127	13,3	7,3	6,0
15 a 19 años	227	140	87	10,7	6,6	4,1
20 a 24 años	180	93	87	8,5	4,4	4,1
25 a 29 años	164	86	78	7,7	4,1	3,7
30 a 34 años	158	81	77	7,4	3,8	3,6
35 a 39 años	166	92	74	7,8	4,3	3,5
40 a 44 años	116	72	44	5,5	3,4	2,1
45 a 49 años	92	55	37	4,3	2,6	1,7
50 a 54 años	62	29	33	2,9	1,4	1,6
55 a 59 años	63	35	28	3,0	1,6	1,3
60 a 64 años	37	21	16	1,7	1,0	0,8
65 a 69 años	28	16	12	1,3	0,8	0,6
70 a 74 años	26	16	10	1,2	0,8	0,5
75 a 79 años	13	9	4	0,6	0,4	0,2
80 años y más	14	6	8	0,7	0,3	0,4
Total	2 123	1 176	947	100,0	55,4	44,6

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Así, es clara la gran diferencia a favor de los hombres en casi todos los grupos de edad, pero más acentuadamente en los adolescentes y adultos jóvenes, y en general entre toda la población en edad de trabajar. Es claro que el distrito es un punto de atracción de migrantes, especialmente de hombres jóvenes.

La baja natalidad manifestada en el pequeño tamaño relativo del grupo de edad de 0 a 4 años es lógicamente consecuencia de lo anterior, ya que además del número menor de hijos que tienen las mujeres, existe una baja proporción de mujeres en las edades más reproductivas en la población total.

Es interesante que, a pesar que esta zona presenta un crecimiento demográfico alto, se nota un porcentaje bastante inferior de persona de 20 a 29 años respecto al grupo anterior (15 a 19 años), lo que parece ser un indicio de que, al mismo tiempo que llegan personas jóvenes al área atraídos por el trabajo en la caña de azúcar, especialmente hombres, se da la salida de jóvenes, especialmente mujeres, que emigran a otras partes del país.

El cantón de Bagaces, por su parte, presenta un crecimiento de la población, en el periodo de referencia 1 984 – 2 000, un crecimiento similar al del país, según puede verse en el cuadro B.2.101. Es significativo que este cantón rompe con el panorama general de la Región Chorotega, que como ya se ha mencionado, se caracteriza por fuertes corrientes de emigración y un crecimiento reducido de la población, bastante por debajo de la media nacional.

A nivel de los distritos, solamente Río Naranjo es el que presenta un panorama de un crecimiento moderado, en tanto que Bagaces crece a un ritmo apenas 1 punto porcentual

por debajo del nacional, Fortuna dos puntos por arriba del mismo, y Mogote 12 puntos por arriba.

Los tres distritos por los que pasa el trazado de la línea de transmisión, Bagaces, Fortuna y Mogote, presentan un crecimiento considerable de su población que estaría generando una presión importante para la ocupación de nuevas áreas para uso habitacional, presión que es particularmente elevada en Mogote.

La distribución de la población entre los distritos muestra un 58% de la población del cantón concentrada en el distrito de Bagaces, que prácticamente mantiene su peso en el periodo de referencia, al igual que Fortuna, en tanto que Mogote lo aumenta y Río Naranjo disminuye (cuadro B.2.102).

Cuadro B.2.101. Población del Cantón de Bagaces por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	10 103	15 972	58,1
Bagaces	5 909	9 261	56,7
Fortuna	1 775	2 828	59,3
Mogote	1 700	2 886	69,8
Río Naranjo	719	997	38,7

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, es importante destacar que la población urbana asciende a un 44,9% del total para el cantón, lo que es bastante alto para un cantón con características rurales (cuadro B.2.103). El resto de la población es casi en su totalidad rural dispersa, con un bajo porcentaje de rural concentrada.

Pero lo que resulta más interesante en estos patrones es que de los tres distritos tocados por la línea de transmisión, es precisamente el distrito de Bagaces, donde se ubica la cabecera del cantón, el que tiene un porcentaje más bajo de población urbana con un 39,3%, en tanto que este porcentaje es mayor en los distritos de Fortuna y Mogote (55,7 y 67,6% respectivamente, cuadro B.2.104). Esto indica claramente la importancia de las cabeceras de esos distritos, Fortuna y Guayabo, que agrupan a bastante más de la mitad de la población de los mismos.

El resto de la población en esos distritos es considerada como rural dispersa, de forma que es interesante que estos distritos muestren una situación prácticamente dicotómica en cuanto a los patrones de poblamiento, con dos ciudades que agrupan a la mayoría de la población y un campo con un poblamiento disperso.

Cuadro B.2.102. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Bagaces por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Bagaces	58,5	58,0
Fortuna	17,6	17,7
Mogote	16,8	18,1
Río Naranjo	7,1	6,2
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.101 de este informe.

En cuanto a los patrones de distribución de la población por sexo y edad, según puede verse en los cuadros B.2.105 a 108 y en los gráficos 47 a 50, la misma muestra el efecto de una combinación de procesos diversos.

Cuadro B.2.103. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Bagaces y Distrito de Bagaces. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Bagaces		Distrito Bagaces	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	7 020	44,0	3 496	37,7
Periferia Urbana	149	0,9	149	1,6
Rural Concentrado	431	2,7	0	--
Rural Disperso	8 372	52,4	5 616	60,6
Total	15 972	100,0	9 261	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.104. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de Fortuna y Mogote. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito Fortuna		Distrito Mogote	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	1 574	55,7	1 950	67,6
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	0	--	0	--
Rural Disperso	1 254	44,3	936	32,4
Total	2 828	100,0	2 886	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En primer lugar, la disminución de la natalidad pareciera que ha sido menor que en otras áreas, ya que si bien tanto para el cantón como para los diversos distritos el grupo de 0 a 4 años es menor que los el inmediatamente superior, esa diferencia no es tan acusada. Es probable que en esta zona no se esté dando el efecto de la fuerte emigración de personas en las edades más reproductivas, que es muy pronunciada en otras zonas.

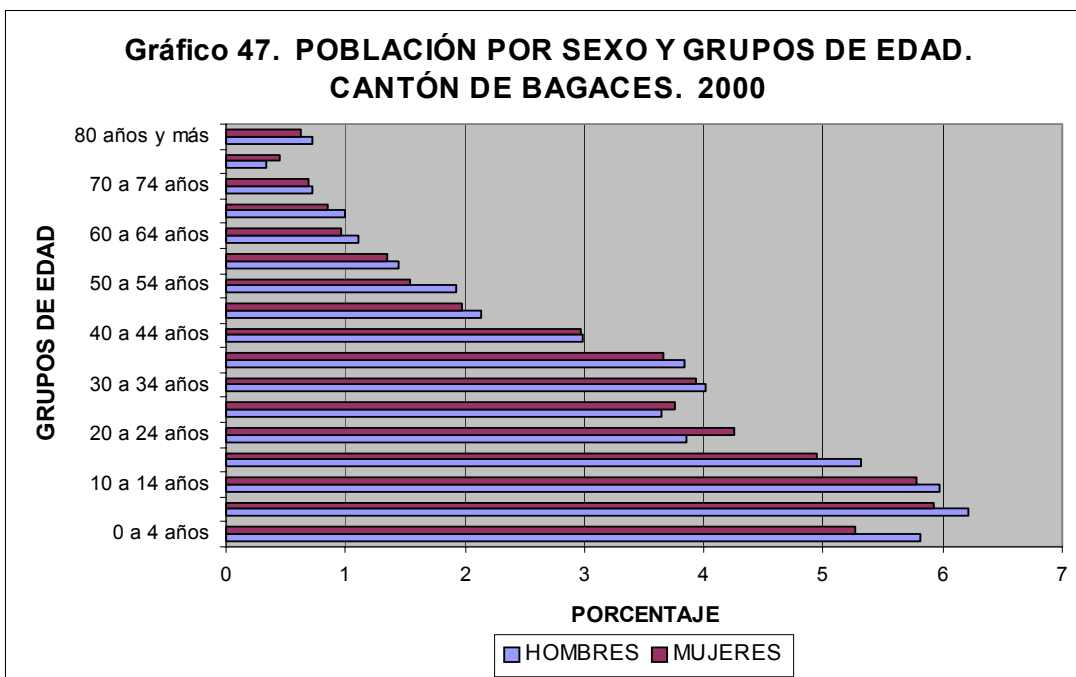
Lo anterior no significa que la estructura no muestre la existencia de emigración de personas jóvenes, pero la misma parece ser menos pronunciada. Tanto en el cantón como en los distritos considerados se puede ver una disminución del tamaño relativo de los grupos de 20 a 24 y 25 a 29 años respecto a los dos grupos inferiores (15 a 19 y 10 a 14), en una proporción que va más allá del simple efecto de la mortalidad.

Sin embargo, esa emigración parece que ha sido compensada, y en el caso de Mogote con creces, con la llegada de familias que han entrado a residir a esas áreas, lo que se muestra en la estructura en el tamaño considerable de los grupos de edad correspondientes a las edades intermedias (30 a 45 años). En este sentido, parece ser que estas áreas al mismo tiempo que son zonas de expulsión de adolescentes y jóvenes, son áreas de atracción para el asentamiento de familias, cuyo ingreso contrarresta la emigración.

Cuadro B.2.105. Distribución de la Población del Cantón de Bagaces por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Bagaces					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1 769	927	842	11,1	5,8	5,3
5 a 9 años	1 939	992	947	12,1	6,2	5,9
10 a 14 años	1 878	954	924	11,8	6,0	5,8
15 a 19 años	1 640	849	791	10,3	5,3	5,0
20 a 24 años	1 294	615	679	8,1	3,9	4,3
25 a 29 años	1 183	582	601	7,4	3,6	3,8
30 a 34 años	1 271	642	629	8,0	4,0	3,9
35 a 39 años	1 198	613	585	7,5	3,8	3,7
40 a 44 años	951	477	474	6,0	3,0	3,0
45 a 49 años	658	342	316	4,1	2,1	2,0
50 a 54 años	554	307	247	3,5	1,9	1,5
55 a 59 años	447	232	215	2,8	1,5	1,3
60 a 64 años	329	176	153	2,1	1,1	1,0
65 a 69 años	294	159	135	1,8	1,0	0,8
70 a 74 años	226	116	110	1,4	0,7	0,7
75 a 79 años	126	55	71	0,8	0,3	0,4
80 años y más	215	115	100	1,3	0,7	0,6
Total	15 972	8 153	7 819	100,0	51,0	49,0

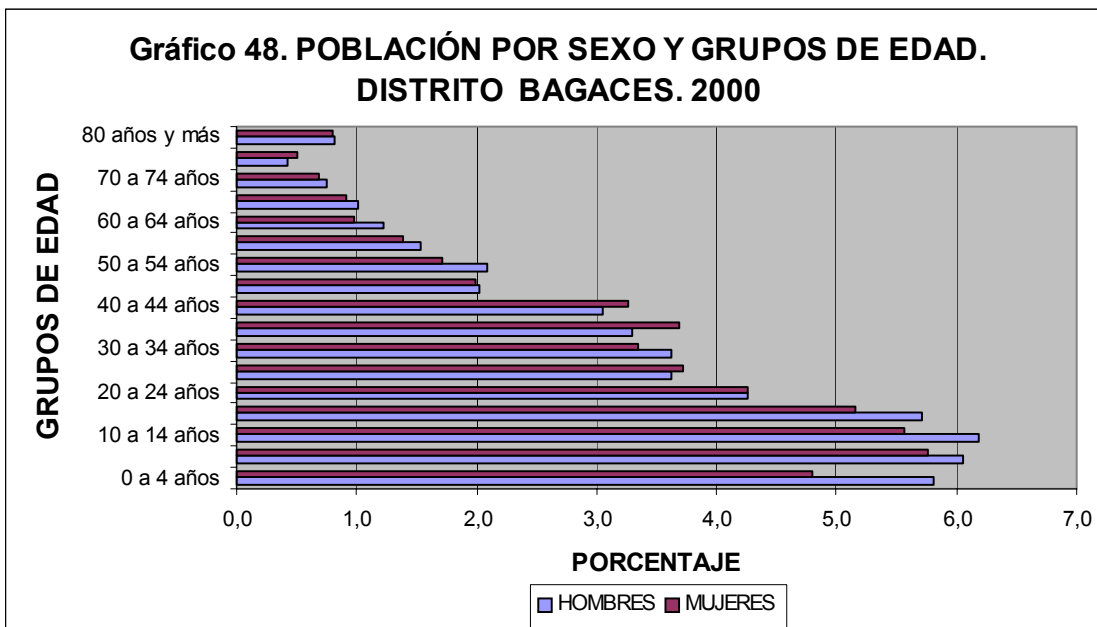
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.106. Distribución de la Población del Distrito de Bagaces por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Bagaces					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	982	538	444	10,6	5,8	4,8
5 a 9 años	1 094	560	534	11,8	6,0	5,8
10 a 14 años	1 088	572	516	11,7	6,2	5,6
15 a 19 años	1 007	529	478	10,9	5,7	5,2
20 a 24 años	789	394	395	8,5	4,3	4,3
25 a 29 años	680	335	345	7,3	3,6	3,7
30 a 34 años	645	335	310	7,0	3,6	3,3
35 a 39 años	647	305	342	7,0	3,3	3,7
40 a 44 años	584	282	302	6,3	3,0	3,3
45 a 49 años	372	188	184	4,0	2,0	2,0
50 a 54 años	352	194	158	3,8	2,1	1,7
55 a 59 años	270	142	128	2,9	1,5	1,4
60 a 64 años	203	113	90	2,2	1,2	1,0
65 a 69 años	179	94	85	1,9	1,0	0,9
70 a 74 años	133	69	64	1,4	0,7	0,7
75 a 79 años	87	40	47	0,9	0,4	0,5
80 años y más	149	75	74	1,6	0,8	0,8
Total	9 261	4 765	4 496	100,0	51,5	48,5

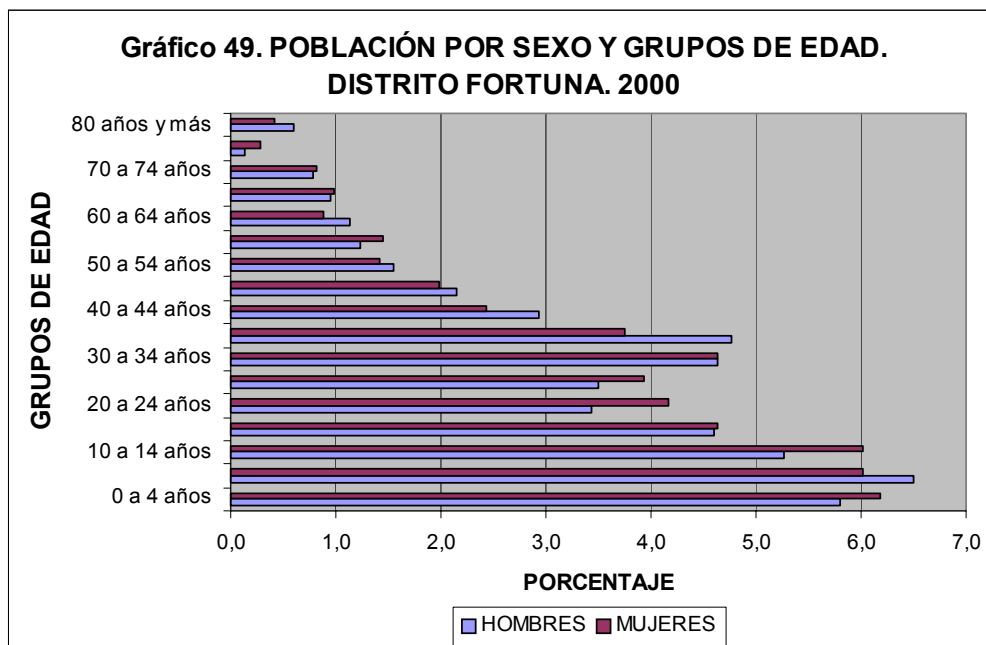
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.107. Distribución de la Población del Distrito Fortuna por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Fortuna					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	339	164	175	12,0	5,8	6,2
5 a 9 años	354	184	170	12,5	6,5	6,0
10 a 14 años	319	149	170	11,3	5,3	6,0
15 a 19 años	261	130	131	9,2	4,6	4,6
20 a 24 años	215	97	118	7,6	3,4	4,2
25 a 29 años	210	99	111	7,4	3,5	3,9
30 a 34 años	262	131	131	9,3	4,6	4,6
35 a 39 años	241	135	106	8,5	4,8	3,7
40 a 44 años	152	83	69	5,4	2,9	2,4
45 a 49 años	117	61	56	4,1	2,2	2,0
50 a 54 años	84	44	40	3,0	1,6	1,4
55 a 59 años	76	35	41	2,7	1,2	1,4
60 a 64 años	57	32	25	2,0	1,1	0,9
65 a 69 años	55	27	28	1,9	1,0	1,0
70 a 74 años	45	22	23	1,6	0,8	0,8
75 a 79 años	12	4	8	0,4	0,1	0,3
80 años y más	29	17	12	1,0	0,6	0,4
Total	2 828	1 414	1 414	100,0	50,0	50,0

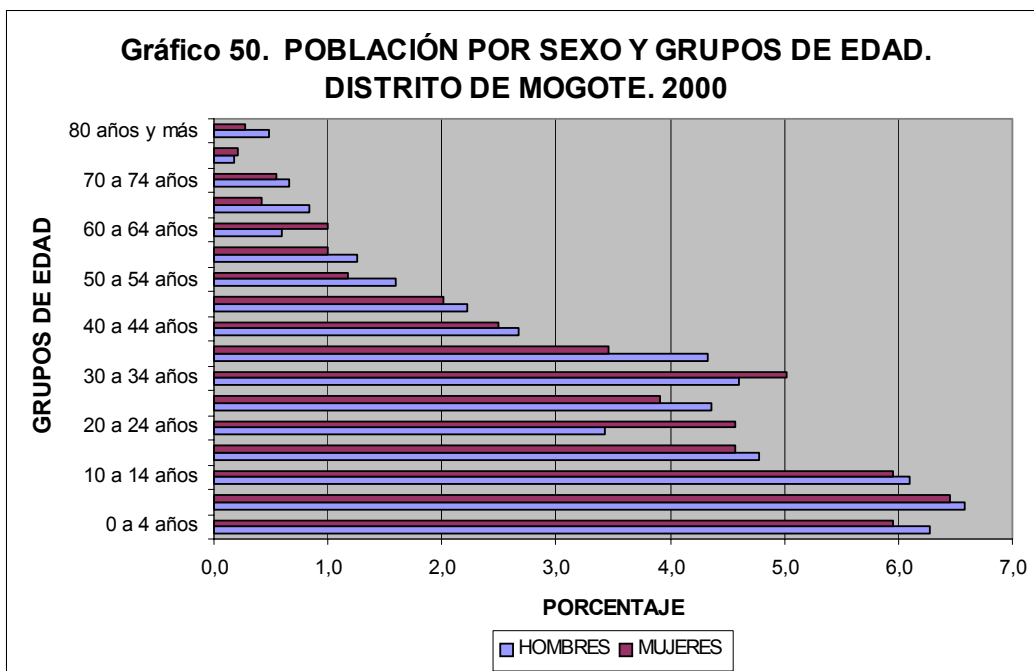
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.108. Distribución de La Población del Distrito de Mogote por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Mogote					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	353	181	172	12,2	6,3	6,0
5 a 9 años	376	190	186	13,0	6,6	6,4
10 a 14 años	348	176	172	12,1	6,1	6,0
15 a 19 años	270	138	132	9,4	4,8	4,6
20 a 24 años	231	99	132	8,0	3,4	4,6
25 a 29 años	239	126	113	8,3	4,4	3,9
30 a 34 años	278	133	145	9,6	4,6	5,0
35 a 39 años	225	125	100	7,8	4,3	3,5
40 a 44 años	149	77	72	5,2	2,7	2,5
45 a 49 años	122	64	58	4,2	2,2	2,0
50 a 54 años	80	46	34	2,8	1,6	1,2
55 a 59 años	65	36	29	2,3	1,2	1,0
60 a 64 años	46	17	29	1,6	0,6	1,0
65 a 69 años	36	24	12	1,2	0,8	0,4
70 a 74 años	35	19	16	1,2	0,7	0,6
75 a 79 años	11	5	6	0,4	0,2	0,2
80 años y más	22	14	8	0,8	0,5	0,3
Total	2 886	1 470	1 416	100,0	50,9	49,1

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



En la base de este fenómeno es probable que estén las oportunidades económicas generadas por el Proyecto de Riego Arenal – Tempisque, en el caso del distrito de Bagaces, y las inversiones diversas en proyectos de generación eléctrica en los distritos de Fortuna y Guayabo.

El cantón de La Cruz, por su parte, se puede decir que también se sale de esa situación de relativo estancamiento demográfico de la región Chorotega, ya que su población creció un 51,8% en el periodo de referencia que se está utilizando, según puede verse en el cuadro B.2.109 éste aumentó apenas 6 puntos porcentuales por debajo del promedio nacional, lo que en este contexto regional significa un aumento considerable.

Cuadro B.2.109. Población del Cantón de La Cruz por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	10 876	16 505	51,8
La Cruz	5 517	7 880	42,8
Santa Cecilia	3 042	5 238	72,2
La Garita	1 341	1 581	17,9
Santa Elena	976	1 806	85,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

A nivel de los distritos la situación es bastante heterogénea, en la que se mezclan distritos con crecimientos bajos y moderados, como La Garita (17,9%) y La Cruz (42,8%), con aumentos muy altos en Santa Cecilia (72,2%) y Santa Elena (85%).

El caso de Santa Elena es interesante, ya que a pesar de que sigue teniendo una población muy baja, la misma casi se duplica en el periodo de referencia, probablemente por efecto del desarrollo turístico que la zona ha tenido, con la instalación de diversos establecimientos hoteleros y similares.

En el caso de los distritos tocados por la línea de transmisión propuesta, se tiene que el crecimiento de población estaría generando una presión moderada para la ocupación de terrenos para su ocupación habitacional en La Cruz, muy baja en La Garita y alta en Santa Cecilia.

Si se analiza la distribución de la población entre los distritos del cantón (cuadro B.2.110), se tiene que si bien casi la mitad de la misma se concentra en el distrito de La Cruz (47,8% en el año 2 000), la misma ha venido disminuyendo, a favor de los distritos de Santa Cecilia y Santa Elena.

Cuadro B.2.110. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Bagaces por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
La Cruz	50,7	47,8
Santa Cecilia	28,0	31,7
La Garita	12,3	9,6
Santa Elena	9,0	10,9
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.109 de este informe.

En cuanto a los patrones de poblamiento, se observa que en lo que se refiere al cantón hay un amplio predominio de la población rural (77,3% del total), y dentro de ella de la población rural dispersa (61,4%), según puede verse en el cuadro B.2.111.

La población urbana, por su parte, apenas representa el 23,2% del total de los habitantes del cantón, y está concentrada íntegramente en el distrito de La Cruz, donde representa el 48,6% de los pobladores, y dentro del mismo en la ciudad del mismo nombre.

Los otros dos distritos atravesados por el trazado de la línea de transmisión, Santa Cecilia y La Garita, tienen un 100% de su población considerada como rural, de la cual la totalidad es rural dispersa en La Garita, en tanto que en Santa Cecilia hay un 24% de población rural concentrada y un 76% rural dispersa (cuadro B.2.112).

En lo que se refiere a la distribución de la población por sexo y grupos de edad, se puede ver que la estructura correspondiente al cantón es sumamente regular, en tanto que a

nivel de los distritos se tiene una situación bastante heterogénea, según puede verse en los cuadros B.2.113 a 116 y en los gráficos 51 a 54.

El cantón muestra un efecto relativamente moderado de la disminución de la natalidad, mostrado en el menor tamaño del grupo de 0 a 4 años respecto del de 5 a 9, y de este último respecto al siguiente (10 a 14 años), aunque la diferencia es relativamente reducida, lo que parece indicar una tendencia hacia la baja de la natalidad, menos pronunciada de la encontrada en otras zonas.

La estructura muestra asimismo el efecto de los procesos migratorios, de forma que es claro que a nivel de todo el cantón se está dando la emigración de personas jóvenes, mostrada en el tamaño considerablemente menor del grupo de edad de 20 a 24 años respecto del de 15 a 19, en incluso la diferencia se manifiesta aún en el grupo 15 a 19 respecto al anterior. Esto es un indicador de la presencia de la emigración de adolescentes y adultos jóvenes a otras partes del país, salida que teniendo en cuenta que la población en este cantón crece a un ritmo ligeramente inferior a la media nacional, pareciera que está siendo compensada con la llegada de familias a residir al mismo, así como de adultos jóvenes, los cuales probablemente pueden estar llegando de Nicaragua, dada la condición de cantón fronterizo de la zona.

Cuadro B.2.111. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de La Cruz y Distrito de La Cruz. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón La Cruz		Distrito La Cruz	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	3 832	23,2	3 832	48,6
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	2 532	15,3	0	--
Rural Disperso	10 141	61,4	4 048	51,4
Total	16 505	100,0	7 880	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Cuadro B.2.112. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Distritos de Santa Cecilia y La Garita. 2 000

Zona Urbano Rural	Distrito Santa. Cecilia		Distrito La Garita	
	Absolutos	Porcentaje	Absolutos	Porcentaje
Urbana	0	--	0	--
Periferia Urbana	0	--	0	--
Rural Concentrado	1 258	24,0	0	--
Rural Disperso	3 980	76,0	1 581	100,0
Total	5 238	100,0	1 581	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Un aspecto interesante de esta estructura para el cantón, es que no se ven grandes diferencias en la proporción por sexos, tanto entre la población total como entre la de los diferentes grupos de edad, lo que indica que estos movimientos migratorios tanto de entrada como de salida del cantón involucran a hombres y mujeres en proporciones similares.

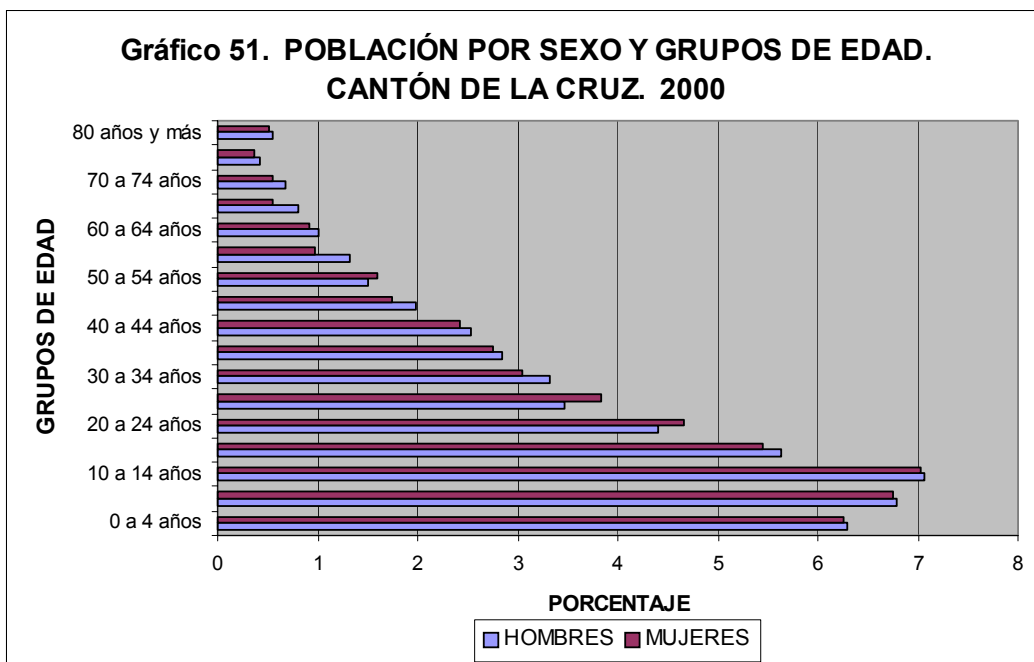
En el distrito de La Cruz, por su parte, si bien la estructura presenta características similares a las del cantón, se dan algunas diferencias importantes. El efecto de la disminución de la natalidad en este distrito presenta las mismas pautas, pero es si se quiere un poco menos pronunciada, lo que podría tener su origen en la alta proporción de personas en las edades más reproductivas que tiene su población, y dentro de ella, una proporción más alta de mujeres que de hombres.

Este es un aspecto que llama la atención, ya que a diferencia de la mayoría de las zonas analizadas en este trabajo, es clara la mayor proporción de mujeres en los grupos de edad comprendidos entre los 15 y los 39 años, pero especialmente entre los 20 y los 29 años. La ciudad de La Cruz es notoriamente un foco de atracción para migrantes jóvenes, especialmente mujeres, las cuales en alguna proporción muy probablemente provienen de Nicaragua.

Cuadro B.2.113. Distribución de la Población del Cantón de La Cruz por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón La Cruz					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	2 071	1 039	1 032	12,5	6,3	6,3
5 a 9 años	2 235	1 122	1 113	13,5	6,8	6,7
10 a 14 años	2 325	1 165	1 160	14,1	7,1	7,0
15 a 19 años	1 827	929	898	11,1	5,6	5,4
20 a 24 años	1 498	728	770	9,1	4,4	4,7
25 a 29 años	1 205	571	634	7,3	3,5	3,8
30 a 34 años	1 049	547	502	6,4	3,3	3,0
35 a 39 años	924	469	455	5,6	2,8	2,8
40 a 44 años	820	419	401	5,0	2,5	2,4
45 a 49 años	615	326	289	3,7	2,0	1,8
50 a 54 años	510	248	262	3,1	1,5	1,6
55 a 59 años	378	217	161	2,3	1,3	1,0
60 a 64 años	316	166	150	1,9	1,0	0,9
65 a 69 años	225	133	92	1,4	0,8	0,6
70 a 74 años	202	111	91	1,2	0,7	0,6
75 a 79 años	131	70	61	0,8	0,4	0,4
80 años y más	174	90	84	1,1	0,5	0,5
Total	16 505	8 350	8 155	100,0	50,6	49,4

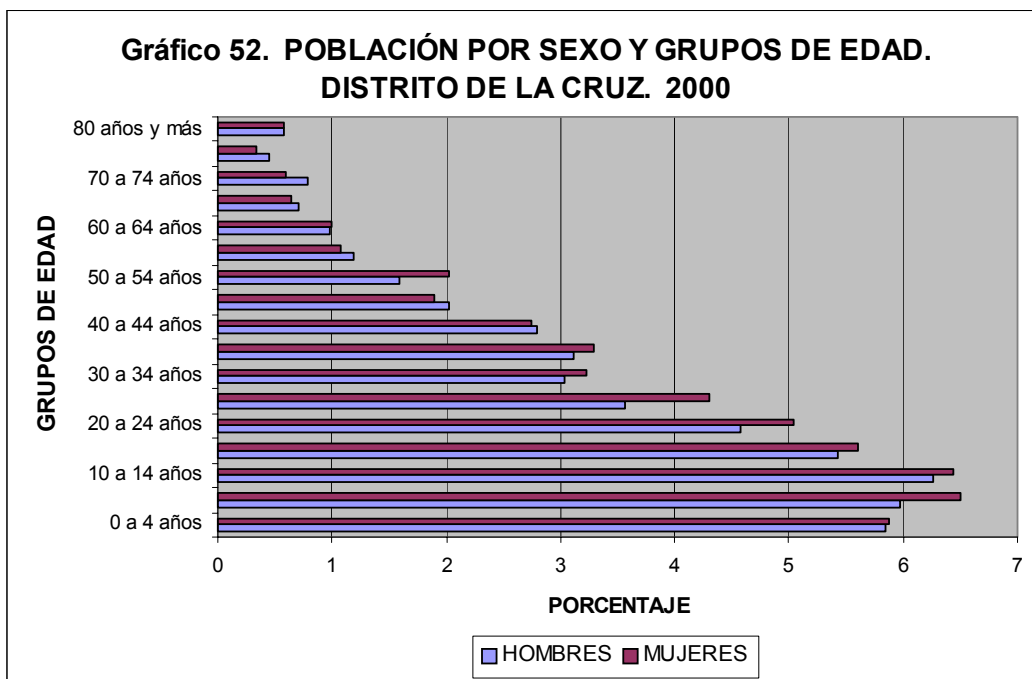
FUENTE: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.114. Distribución de la Población del Distrito de La Cruz por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito La Cruz					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	924	461	463	11,7	5,9	5,9
5 a 9 años	983	471	512	12,5	6,0	6,5
10 a 14 años	1 000	493	507	12,7	6,3	6,4
15 a 19 años	868	427	441	11,0	5,4	5,6
20 a 24 años	758	361	397	9,6	4,6	5,0
25 a 29 años	620	281	339	7,9	3,6	4,3
30 a 34 años	493	239	254	6,3	3,0	3,2
35 a 39 años	504	245	259	6,4	3,1	3,3
40 a 44 años	436	220	216	5,5	2,8	2,7
45 a 49 años	309	160	149	3,9	2,0	1,9
50 a 54 años	284	125	159	3,6	1,6	2,0
55 a 59 años	178	93	85	2,3	1,2	1,1
60 a 64 años	156	77	79	2,0	1,0	1,0
65 a 69 años	106	56	50	1,3	0,7	0,6
70 a 74 años	109	62	47	1,4	0,8	0,6
75 a 79 años	61	35	26	0,8	0,4	0,3
80 años y más	91	46	45	1,2	0,6	0,6
Total	7 880	3 852	4 028	100,0	48,9	51,1

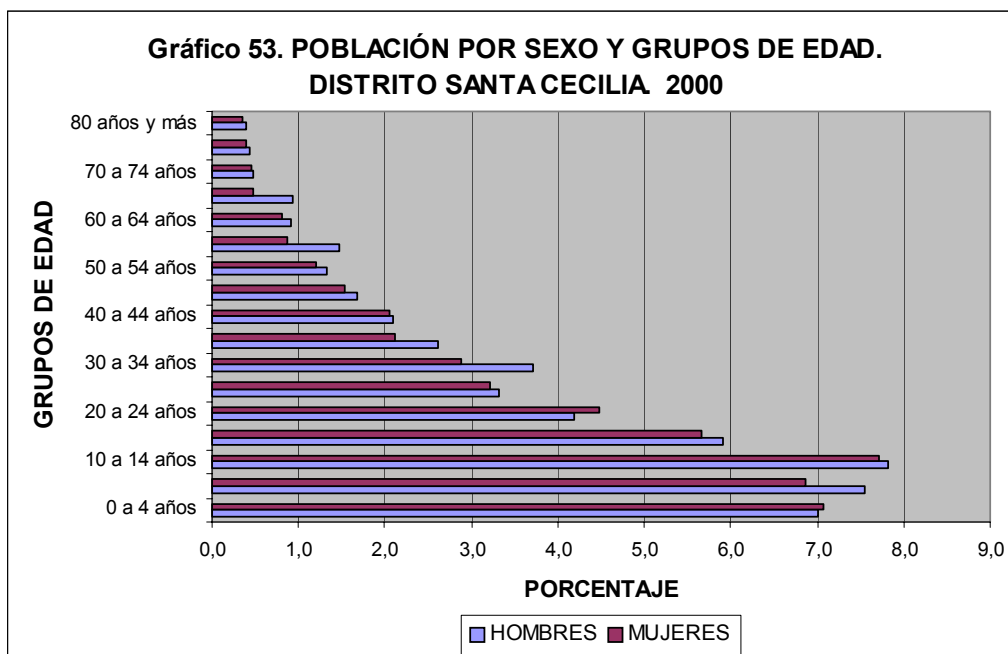
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.115. Distribución de la Población del Distrito de Santa Cecilia por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Santa Cecilia					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	737	367	370	14,1	7,0	7,1
5 a 9 años	754	395	359	14,4	7,5	6,9
10 a 14 años	814	410	404	15,5	7,8	7,7
15 a 19 años	606	310	296	11,6	5,9	5,7
20 a 24 años	454	219	235	8,7	4,2	4,5
25 a 29 años	342	174	168	6,5	3,3	3,2
30 a 34 años	345	194	151	6,6	3,7	2,9
35 a 39 años	248	137	111	4,7	2,6	2,1
40 a 44 años	217	110	107	4,1	2,1	2,0
45 a 49 años	168	88	80	3,2	1,7	1,5
50 a 54 años	133	70	63	2,5	1,3	1,2
55 a 59 años	123	77	46	2,3	1,5	0,9
60 a 64 años	90	48	42	1,7	0,9	0,8
65 a 69 años	74	49	25	1,4	0,9	0,5
70 a 74 años	49	25	24	0,9	0,5	0,5
75 a 79 años	44	23	21	0,8	0,4	0,4
80 años y más	40	21	19	0,8	0,4	0,4
Total	5 238	2 717	2 521	100,0	51,9	48,1

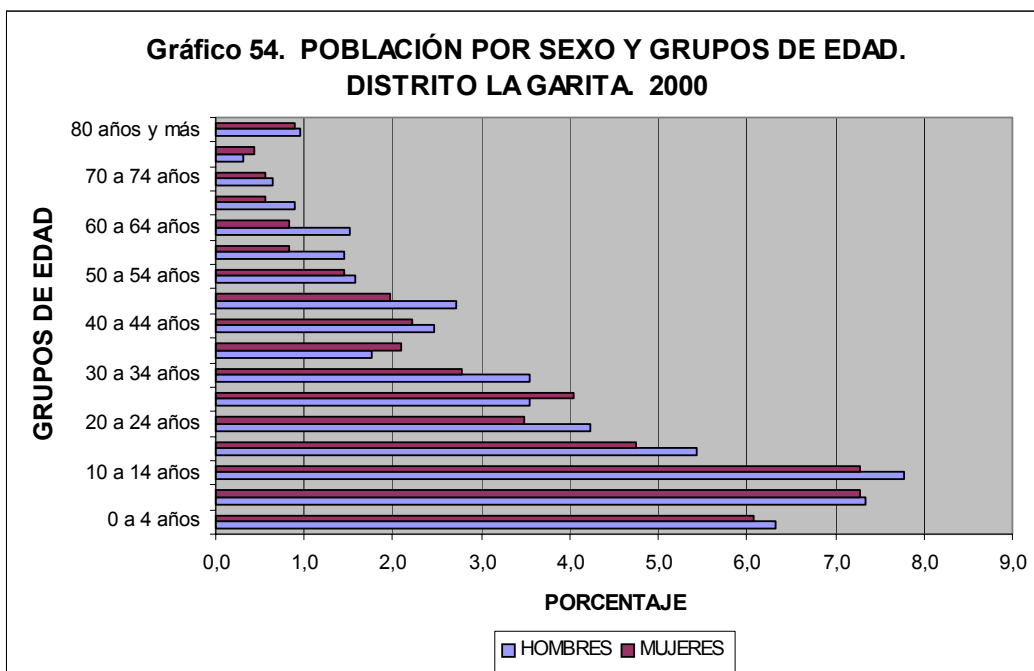
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.116. Distribución de la Población del Distrito de La Garita por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito La Garita					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	196	100	96	12,4	6,3	6,1
5 a 9 años	231	116	115	14,6	7,3	7,3
10 a 14 años	238	123	115	15,1	7,8	7,3
15 a 19 años	161	86	75	10,2	5,4	4,7
20 a 24 años	122	67	55	7,7	4,2	3,5
25 a 29 años	120	56	64	7,6	3,5	4,0
30 a 34 años	100	56	44	6,3	3,5	2,8
35 a 39 años	61	28	33	3,9	1,8	2,1
40 a 44 años	74	39	35	4,7	2,5	2,2
45 a 49 años	74	43	31	4,7	2,7	2,0
50 a 54 años	48	25	23	3,0	1,6	1,5
55 a 59 años	36	23	13	2,3	1,5	0,8
60 a 64 años	37	24	13	2,3	1,5	0,8
65 a 69 años	23	14	9	1,5	0,9	0,6
70 a 74 años	19	10	9	1,2	0,6	0,6
75 a 79 años	12	5	7	0,8	0,3	0,4
80 años y más	29	15	14	1,8	0,9	0,9
TOTAL	1 581	830	751	100,0	52,5	47,5

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



El distrito de Santa Cecilia, por su parte, presenta una estructura radicalmente diferente. En primer lugar, y a pesar de que como ya se ha señalado este distrito presenta un crecimiento demográfico muy alto (72,2% en el periodo 1 984 – 2 000), la estructura muestra el efecto de una fuerte emigración de personas jóvenes, mostrada en la proporción reducida de la población de los grupos de edad de 20 a 29 años respecto de los anteriores, e incluso del grupo 15 a 19 respecto del de 10 a 14 años.

Esta emigración de adolescentes y jóvenes, es compensada aparentemente por la llegada a la zona de familias a asentarse en ella, proceso en el cual la acción de proyectos de asentamientos campesinos con dotación de tierras deben de haber tenido su efecto. Es importante recordar que este distrito tiene características predominantemente rurales.

La disminución de la natalidad es asimismo relativamente reducida, lo que lleva a que en la población haya una alta proporción de menores de 15 años (36,9%).

El distrito de La Garita, por su parte, muestra una estructura de la población por edad y sexo muy irregular, como es característica de áreas de población muy baja y sometida a fuertes procesos de migración.

El efecto de la disminución de la natalidad en esta zona es muy acusado, existiendo una diferencia sustancial de tamaño entre el grupo de 0 a 4 años respecto del de 10 a 14. Esto pareciera ser un efecto más de la emigración de personas en las edades más reproductivas que de una baja efectiva en el número de hijos tenidos por las mujeres, como lo indica la baja proporción de pobladores entre los 20 y los 29 años, y de las mujeres dentro de los mismos.

La emigración en esta área parece empezar a una edad muy temprana, como lo indican la reducción del tamaño del grupo de 15 a 19 años respecto al inmediatamente anterior (10 a 14).

La estructura muy irregular muestra que esta población está sometida a fuertes procesos de emigración desde hace muchos años, que ha implicado la salida de grupos de la población que dejan, por así decirlo, “espacios vacíos” en la estructura.

B.2.1.2.5 El distrito de Upala en la Región Huetar Norte

La Región Huetar Norte es atravesada por el trazado de la línea de transmisión exclusivamente en el cantón de Upala, provincia de Alajuela, y en sus distritos de Aguas Claras y Dos Ríos.

Esta amplia región comprende principalmente un territorio de 9 803,88 km², lo que representa casi el 22% del área del país, y administrativamente abarca los cantones de San Carlos, Upala, Los Chiles y Guatuso, y los distritos de Peñas Blancas del Cantón de San Ramón, Río Cuarto del cantón de Grecia y Sarapiquí del cantón Centra, en la Provincia de Alajuela, y el cantón de Sarapiquí de la provincia de Heredia mencionada (Ministerio de Agricultura y Ganadería. **Informe Anual Región Huetar Norte 2 000**, documento en página web www.mag.go.cr).

A nivel regional, y según puede verse en el cuadro B.2.2, esta región tiene una población de 202 127 habitantes, la cual ha crecido a un ritmo sumamente acelerado, de forma que en los 16 años transcurridos entre 1 984 y el año 2 000 casi se duplicó, aumentando en un 81,7%, nivel de crecimiento solamente superado por la región Huetar Atlántica.

Esta región abarca una amplia red de ciudades y poblados, que incluye entre las principales a Ciudad Quesada, Fortuna, Florencia, Aguas Zarcas, Los Chiles, San Rafael de Guatuso, Bijagua y Upala.

Específicamente en el cantón de Upala, la población urbana se concentra en su casi totalidad en la ciudad de Upala, centro poblado de un gran crecimiento demográfico, y aparte de ella el resto del cantón no cuenta con ciudades de importancia, sino que en su mayoría son poblados con centros pequeños y mayoría de población rural. Entre esos centros se destacan los poblados de Dos Ríos, San José, Aguas Claras y Bijagua.

En el marco regional, el cantón de Upala ha tenido un crecimiento demográfico relativamente modesto, con un 40,7% de aumento en el periodo 1 984 – 2 000, lo que significa prácticamente la mitad del correspondiente a la región, y 17 puntos porcentuales por debajo de la media nacional (cuadro B.2.117).

Cuadro 117. Población del Cantón de Upala por Distritos y Porcentajes de Crecimiento Intercensal. 1 984 y 2 000.

Cantón y Distritos	Población 1 984	Población 2 000	Porcentaje Crecimiento 1 984 – 2 000
Cantón	26 061	37 679	40,7
Upala	7 008	12 372	76,5
Aguas Claras	4 426	5 026	13,6
San José	4 819	6 826	41,6
Bijagua	2 701	4 042	49,6
Delicias	2 540	3 618	42,4
Dos Ríos	1 839	2 776	51,0
Yolillal	2 728	3 019	10,7

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Esta evolución demográfica es muy diversa entre los distintos distritos del cantón, de forma que solo algunos de ellos están cerca de la media cantonal, como es el caso de San José y Delicias, otros un poco más alto y más cerca de la media nacional, como Bijagua y Dos Ríos, dos con crecimientos sumamente bajos, a saber Aguas Claras y Yolillal, y el distrito primero con su ciudad de Upala, que aumentó su población a un nivel casi similar a la región (76,5%).

En el caso de los dos distritos atravesados por el trazado de la línea de transmisión, se puede ver que en Dos Ríos se estaría generando alguna presión hacia la ocupación de nuevas tierras para el uso habitacional derivado de un aumento poblacional muy similar al del país, en tanto que esa presión sería muy reducida en Aguas Claras, en que la población aumenta a un ritmo menor al 1% en promedio al año (13,6% de aumento en 16 años).

En lo que se refiere a la distribución de la población entre los distritos, la tendencia más fuerte es hacia la concentración de la población en el distrito de Upala, que pasó de tener un poco más de la cuarta parte de la población del cantón en 1 984 a prácticamente una tercera parte de la misma en el año 2 000 (cuadro B.2.118). Es importante señalar que esta concentración se ha dado principalmente en la ciudad de Upala y sus alrededores, que ha tenido una considerable expansión demográfica y urbana.

Los dos distritos por los que pasa la línea de transmisión, por su parte, han mantenido su peso en la distribución de la población en el caso de Dos Ríos, y la han disminuido en el caso de Aguas Claras. En conjunto estos dos distritos apenas concentran el 21,3% de la población del cantón.

En lo que se refiere a los patrones de poblamiento, la situación es bastante polarizada, ya que si bien la población urbana ha tenido una expansión considerable en la ciudad de Upala, a nivel del cantón apenas representa un 14,2% del total, con un 8,7% propiamente urbana y un 5,5% en periferia urbana (cuadro B.2.119).

Cuadro B.2.118. Distribución Porcentual de la Población del Cantón de Upala por Distritos. 1 984 y 2 000

Cantón y Distritos	1 984	2 000
Upala	26,9	32,9
Aguas Claras	17,0	13,3
San José	18,5	18,1
Bijagua	10,4	10,7
Delicias	9,7	9,6
Dos Ríos	7,1	7,4
Yolillal	10,5	8,0
Cantón	100,0	100,0

Fuente: Cálculos realizados por el autor con base en la información del cuadro B.2.109 de este informe.

La población rural es ampliamente predominante, de forma que representa el 85,7% de la población del cantón, y de la cual casi su totalidad es población rural dispersa (82,6% del total).

En lo que se refiere a los dos distritos atravesados por la línea, este patrón de poblamiento rural disperso es ampliamente predominante, representando el 79,3% en Aguas Claras y el 84,4% en Dos Ríos.

Población urbana propiamente no hay en ninguno de los dos distritos, sino solamente un 9,2% considerado como periferia urbana en Dos Ríos, en tanto que un 20,7 y un 6,4% de la población es considerado como población rural concentrada respectivamente en los distritos de Aguas Claras y Dos Ríos.

En lo que se refiere a la distribución de la población por sexo y edad, se puede ver que en el cantón se tiene una estructura relativamente regular, marcada solamente por el efecto de la emigración de la población joven, pero que presenta diferencias importantes en los dos distritos que conforman nuestra zona de estudio, según puede verse en los cuadros B.2.119 a 122 y los gráficos 55 a 57.

En lo que se refiere al cantón, el efecto de la disminución de la natalidad, a pesar de que es claro en la estructura, es menor que en otras zonas analizadas. Si bien el tamaño del grupo de 0 a 4 años es menor que los correspondientes a 5 a 9 y 10 a 14 años, las diferencias no son tan acusadas como en otras zonas, de forma que en general, la población muestra un porcentaje muy alto de personas menores de 15 años (40,1%), lo que es claramente el resultado de niveles de fecundidad que permanecen altos en el contexto nacional, aunque se note el efecto de la tendencia a su disminución.

También es sumamente marcado el efecto de la emigración de adolescentes y adultos en la estructura, de forma que el tamaño del grupo de 20 a 24 años es considerablemente más reducido que los correspondientes a 15 a 19 y 10 a 14 años. Asimismo, es notorio que el proceso de emigración de jóvenes empieza a manifestarse a una edad muy temprana, siendo su efecto visible desde el grupo de edad de 15 a 19 años.

Cuadro B.2.119. Distribución Porcentual de la Población por Area Urbano Rural. Cantón de Upala y Distritos de Aguas Claras y Dos Ríos. 2 000

Zona Urbano Rural	Cantón Upala		Distrito Aguas Claras		Distrito Dos Ríos	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
Urbana	3 275	8,7	0	--	0	--
Periferia Urbana	2 058	5,5	0	--	254	9,2
Rural Concentrado	1 217	3,2	1 039	20,7	178	6,4
Rural Disperso	31 129	82,6	3 987	79,3	2 344	84,4
Total	37 679	100,0	5 026	100,0	2 776	100,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Es importante señalar que esta salida de adolescentes y jóvenes, para el caso del cantón, es compensada en parte por la llegada de población, ya que el cantón en sí tiene un nivel de crecimiento solamente un poco inferior a la media nacional. Así, es probable que esta “sustitución” de parte de la población que se va a residir a otras partes tenga su origen en inmigración proveniente de Nicaragua, y en la llegada a la zona de familias que han llegado a los parcelamientos campesinos y adultos jóvenes y de edad media, así como familias, a la zona urbana de la ciudad de Upala.

Esta estructura por edad y sexo que se ha comentado para el cantón, tiene diferencias sustanciales con la correspondiente a los distritos que conforman nuestra área de estudio más inmediata.

En el caso del distrito de Aguas Claras, en el que como ya se ha analizado existe un fenómeno migratorio que lleva a la pérdida neta del crecimiento poblacional generado en él, con un porcentaje de crecimiento que está 44 puntos porcentuales por debajo del crecimiento promedio nacional, el efecto de la emigración de adolescentes y jóvenes es muy pronunciado, como lo muestra la gran diferencia de tamaño entre el grupo de 20 a 24 años respecto a los de edad inferior (15 a 19 y 10 a 14 años), efecto que se manifiesta en forma fuerte incluso en el grupo de 15 a 19 años, indicando la presencia de un fuerte proceso de emigración que empieza a una edad muy temprana.

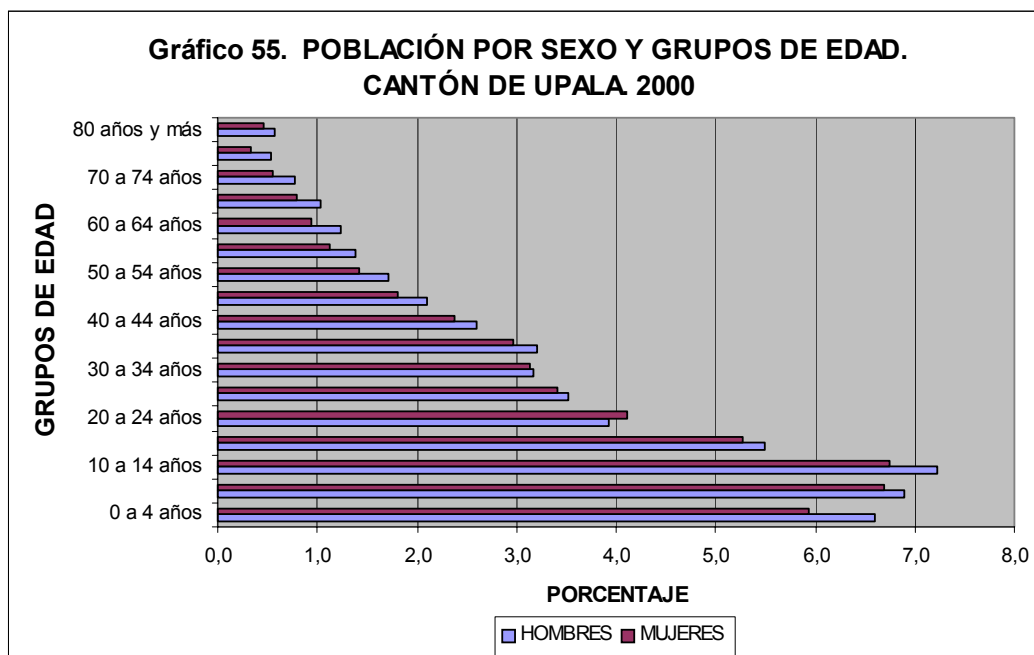
Este efecto de la emigración de personas jóvenes se manifiesta asimismo en el efecto de la reducción de la natalidad, mostrado en el hecho de un tamaño proporcionalmente más reducido que para el cantón en el tamaño del grupo de 0 a 4 años respecto a los dos inmediatamente superiores. Incluso es claro que la disminución efectiva de la fecundidad es relativamente menor que en otras zonas, ya que a pesar del efecto de la salida de personas en las edades más reproductivas, el efecto en la disminución de niños no es tan acusado como en otras zonas.

Así, a pesar de la fuerte salida de jóvenes, el peso de la población menor de 15 años es muy fuerte, alcanzando el 38,9% del total.

Cuadro B.2.120. Distribución de la Población del Cantón de Upala por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Cantón Upala					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	4 723	2 489	2 234	12,5	6,6	5,9
5 a 9 años	5 114	2 596	2 518	13,6	6,9	6,7
10 a 14 años	5 262	2 723	2 539	14,0	7,2	6,7
15 a 19 años	4 053	2 068	1 985	10,8	5,5	5,3
20 a 24 años	3 025	1 476	1 549	8,0	3,9	4,1
25 a 29 años	2 608	1 326	1 282	6,9	3,5	3,4
30 a 34 años	2 377	1 194	1 183	6,3	3,2	3,1
35 a 39 años	2 323	1 208	1 115	6,2	3,2	3,0
40 a 44 años	1 876	979	897	5,0	2,6	2,4
45 a 49 años	1 468	790	678	3,9	2,1	1,8
50 a 54 años	1 180	643	537	3,1	1,7	1,4
55 a 59 años	945	522	423	2,5	1,4	1,1
60 a 64 años	819	465	354	2,2	1,2	0,9
65 a 69 años	692	392	300	1,8	1,0	0,8
70 a 74 años	501	293	208	1,3	0,8	0,6
75 a 79 años	322	198	124	0,9	0,5	0,3
80 años y más	391	217	174	1,0	0,6	0,5
Total	37 679	19 579	18 100	100,0	52,0	48,0

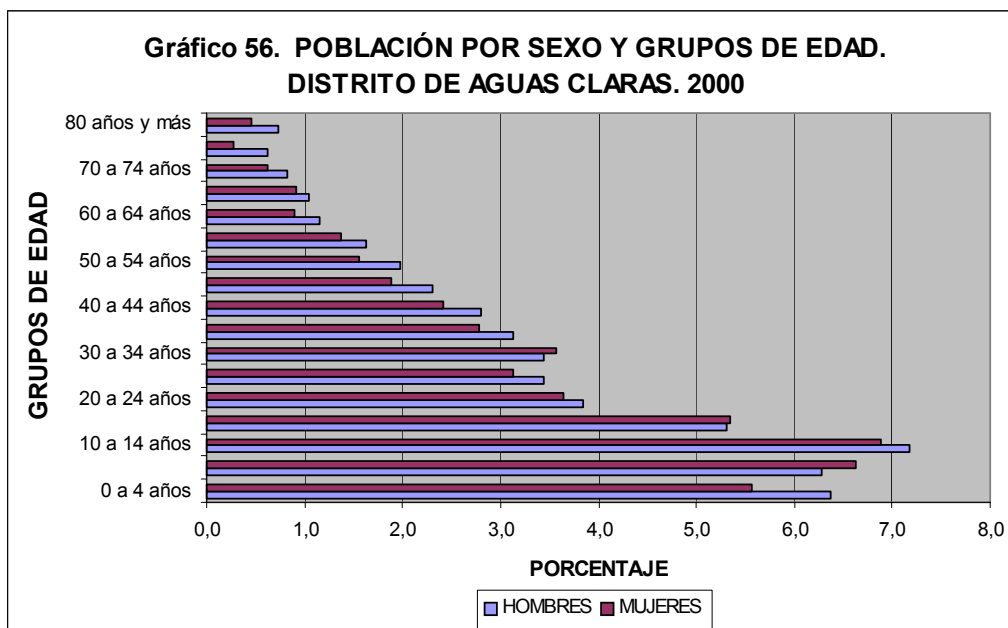
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.121. Distribución de la Población del Distrito de Aguas Claras por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Aguas Claras					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	600	320	280	11,9	6,4	5,6
5 a 9 años	649	316	333	12,9	6,3	6,6
10 a 14 años	707	361	346	14,1	7,2	6,9
15 a 19 años	536	267	269	10,7	5,3	5,4
20 a 24 años	376	193	183	7,5	3,8	3,6
25 a 29 años	330	173	157	6,6	3,4	3,1
30 a 34 años	352	173	179	7,0	3,4	3,6
35 a 39 años	297	157	140	5,9	3,1	2,8
40 a 44 años	262	141	121	5,2	2,8	2,4
45 a 49 años	211	116	95	4,2	2,3	1,9
50 a 54 años	177	99	78	3,5	2,0	1,6
55 a 59 años	151	82	69	3,0	1,6	1,4
60 a 64 años	103	58	45	2,0	1,2	0,9
65 a 69 años	98	52	46	1,9	1,0	0,9
70 a 74 años	72	41	31	1,4	0,8	0,6
75 a 79 años	45	31	14	0,9	0,6	0,3
80 años y más	60	37	23	1,2	0,7	0,5
Total	5 026	2 617	2 409	100,0	52,1	47,9

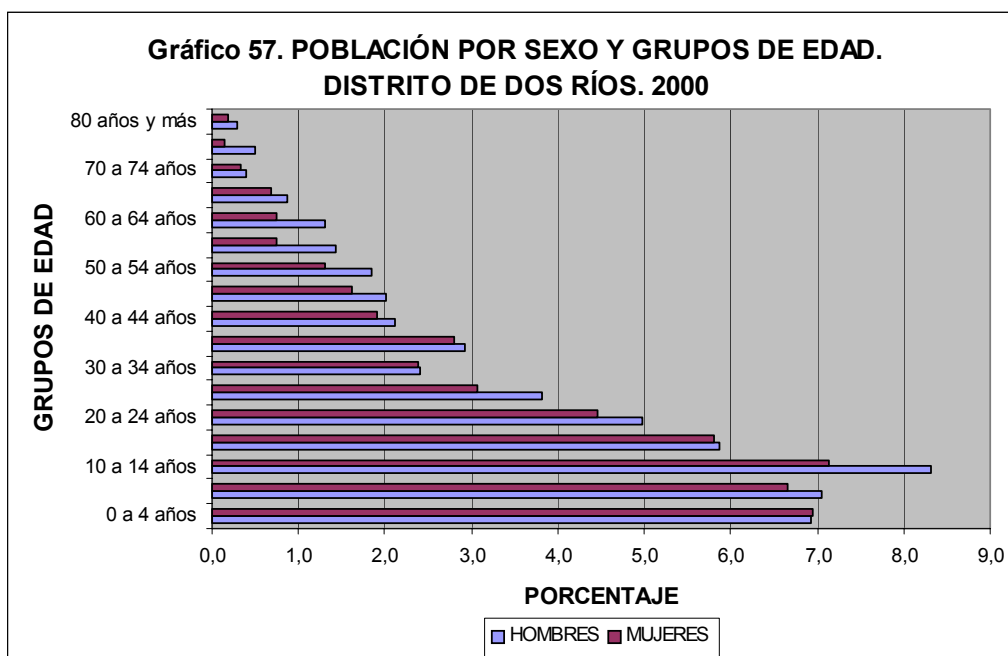
Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



Cuadro B.2.122. Distribución de la Población del Distrito de Dos Ríos por Sexo y Grupos Quinquenales de Edad. 2 000.

Grupos de Edad	Distrito Dos Ríos					
	Absolutos			Porcentajes		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	385	192	193	13,9	6,9	7,0
5 a 9 años	381	196	185	13,7	7,1	6,7
10 a 14 años	429	231	198	15,5	8,3	7,1
15 a 19 años	324	163	161	11,7	5,9	5,8
20 a 24 años	262	138	124	9,4	5,0	4,5
25 a 29 años	191	106	85	6,9	3,8	3,1
30 a 34 años	133	67	66	4,8	2,4	2,4
35 a 39 años	159	81	78	5,7	2,9	2,8
40 a 44 años	112	59	53	4,0	2,1	1,9
45 a 49 años	101	56	45	3,6	2,0	1,6
50 a 54 años	87	51	36	3,1	1,8	1,3
55 a 59 años	61	40	21	2,2	1,4	0,8
60 a 64 años	57	36	21	2,1	1,3	0,8
65 a 69 años	43	24	19	1,5	0,9	0,7
70 a 74 años	20	11	9	0,7	0,4	0,3
75 a 79 años	18	14	4	0,6	0,5	0,1
80 años y más	13	8	5	0,5	0,3	0,2
Total	2 776	1 473	1 303	100,0	53,1	46,9

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.



En lo que se refiere a la distribución de la población entre los sexos, es clara la mayor proporción de hombres que de mujeres, lo que indica una mayor emigración de las segundas respecto de los primeros.

El distrito de Dos Ríos, por su parte, presenta una estructura que es muy similar a la del cantón, producto aparentemente de una aún alta natalidad, la emigración de jóvenes y la inmigración de familias, muy probablemente asentadas en la zona a partir de los programas de creación de asentamientos campesinos, que tienen un peso particularmente alto en este distrito.

Así, si bien se nota en la estructura la disminución de la natalidad, la diferencia de tamaño entre el grupo de 0 a 4 años y el de 5 a 9 es muy pequeña, aunque si lo es de esos dos grupos con respecto al de 10 a 14 años. En este sentido, pareciera que la disminución de la natalidad luego de una disminución sustancial, tiende a reducirse muy lentamente.

Incluso es significativo que esto se produzca aún ante un proceso migratorio que claramente genera la salida de personas en las edades más reproductivas (20 a 29 años), y que en esos grupos de población haya más hombres que mujeres, lo que puede estar indicando que en esta zona no se está reduciendo sustancialmente la fecundidad de las mujeres.

Esto hace que la proporción de los pobladores de menos de 15 años sea muy alta, a saber, del 43% de la población total.

En lo que se refiere a la emigración de adolescentes y jóvenes, es interesante que su efecto en la estructura es menos acusado que en otras zonas, de forma que si bien está presente, la reducción que genera en los grupos de edad respectivos es relativamente menos pronunciada.

B.2.2. Densidad de Población y Conflictos Potenciales

La densidad de población y el ritmo de crecimiento de la misma son los dos elementos principales para determinar la interacción de la dinámica demográfica con los impactos del trazado de la línea de transmisión.

A través del primer factor mencionado, la densidad de población, se puede estimar en términos generales las características de los patrones de poblamiento en las distintas áreas, y el grado potencial de afectación de los mismos por un proyecto que, como es el caso del analizado, excluye completamente en la zona de la servidumbre la existencia de unidades habitacionales, en primer lugar, y de cualquier otra edificación que implique la permanencia de personas en ellas.

A través del segundo factor, y como ya se ha analizado en el capítulo anterior, se puede deducir la presión potencial hacia la ocupación de nuevas áreas para el uso habitacional,

desde la perspectiva de que este desarrollo de áreas adicionales a las existentes para este uso pueda entrar en conflicto con el trazado de la línea.

Estos dos elementos se han conjuntado en el cuadro B.2.123 y en los gráficos 58 a 60. Lo primero que se destaca en estos datos es que, en términos generales, el conjunto de los distritos tocados por el trazado de la línea de transmisión tiene una densidad poblacional bastante baja, que en promedio para la totalidad de ellos llega a 34,25 personas por km², lo que es bastante menos que el promedio correspondiente para todo el país (73,41).

En conjunto, la mayoría de los distritos tienen una densidad poblacional muy baja, de forma que solamente en Barranca, San Isidro de El General, Cañas, Platanares y Coyolar se supera la media nacional. Del total de los distritos, 15 de ellos tiene menos de 15 hab/km², 8 están entre 15 y menos de 30, y 8 entre 30 y menos de 50 hab/km². Solo 8 de ellos están por arriba de 50 hab/km², y como ya se ha visto de estos 5 superan la media nacional.

Desde el punto de vista exclusivamente de la densidad poblacional, se puede decir que las zonas a las que hay que prestar más atención son Barranca, con una densidad muy alta de prácticamente 880 hab/km², San Isidro de El General, con una medida correspondiente de 215,19 hab/km², Coyolar con casi cien (99,7 hab/km²), Cañas con 96,7 hab/km² y Platanares con 81,94 hab/km².

En el caso de Barranca, la situación es extrema, ya que se puede afirmar que prácticamente toda su superficie está activamente utilizada, de forma que el área para el paso de la línea es muy pequeña, y puede estar sometida a algún tipo de presión hacia el futuro inmediato.

En el caso San Isidro de El General, si bien la densidad es alta, se presenta la circunstancia de que existe una amplia disparidad a su interior, de forma que la población se concentra fuertemente en la ciudad de San Isidro y sus alrededores, en tanto que las áreas rurales tiene en su mayor parte una población rural dispersa, según se ha analizado en el capítulo anterior. El trazado de la línea de transmisión transcurre precisamente en esa área rural, de forma que a pesar de que la situación es de alta densidad para el conjunto del distrito, no lo es para el área específicamente involucrada.

El caso de Cañas es similar, ya que la población se concentra en más de un 80% en la ciudad del mismo nombre, en tanto que en el resto del territorio del distrito también predomina la población rural dispersa.

Los casos de Platanares y Coyolar son un poco más complejos, ya que estas áreas tienen una población más uniformemente distribuida en su territorio, de forma que hace más complicado el trazo de la línea de transmisión al atravesar zonas semiurbanas o de población rural concentrada.

En el resto de los distritos se estima que la densidad de población por sí sola no representa una limitante para el trazado de la línea de transmisión. Si la información de la densidad de población se analiza en forma conjunta con los patrones de crecimiento poblacional, según puede verse en cuadro B.2.123 y los gráficos 58, 59 y 60²⁸, se tiene un panorama un poco más complejo.

En primer lugar, es claro que la mayoría de los distritos tienen la característica de aunar junto a una densidad poblacional baja un reducido nivel de crecimiento, que incluso en muchos de ellos llega al nivel de estancamiento poblacional o de disminución del número de habitantes.

Así, 7 distritos presentan una disminución absoluta del número de sus habitantes en el periodo de referencia, y al mismo tiempo tienen una densidad poblacional muy baja. Estos distritos son Palmar de Osa, Colinas de Buenos Aires, Barú de Pérez Zeledón, Pitahaya de Puntarenas, Chires de Puriscal, San Juan de Abangares, San Miguel de Cañas.

Seis distritos presentan un virtual estancamiento en el número de sus habitantes, con un porcentaje de crecimiento que no supera el 1% en promedio al año, y con densidad poblacional que oscila desde muy baja hasta baja. Estos distritos son Cortés de Osa, Pejibaye de Pérez Zeledón, Savegre de Aguirre, San Rafael de Esparza, San Juan de Mata de San Mateo y Aguas Claras de Upala.

Un crecimiento bajo lo tienen 6 distritos, con porcentajes de aumento de la población para el periodo de referencia de entre 15 y menos de 30%, lo que significa que están prácticamente 30 puntos porcentuales por debajo de la media nacional. Estos distritos son Corredor de Corredores, Guaycará de Golfito, Parrita, Las Juntas de Abangares y La Cruz de La Cruz y La Garita de La Cruz, todos los cuales tienen con la excepción de Corredor presentan una densidad de población reducida, que va desde 5,8 hab/km² en La Garita hasta 37,61 en Las Juntas.

Se puede afirmar que todos estos distritos no presentan mayores problemas derivados de la dinámica demográfica para el trazado de la línea de transmisión, ya que tienen una baja densidad de población, y el crecimiento poblacional no estaría ejerciendo una presión importante sobre la ocupación de nuevas tierras. En el caso de Corredor, que presenta una densidad de población de 60,49 hab/km², relativamente alta para este tipo de zona, la misma se origina en el peso de centros urbanos determinados, como Ciudad Neilly, Canoas y La Cuesta, en tanto que las zonas rurales presentan una preponderancia de población dispersa, y es precisamente por ellas que se encuentra el trazado de la línea de transmisión.

Un crecimiento de población moderado lo muestran 5 distritos, con un porcentaje de aumento que va de 35 a 45% en el periodo de referencia, lo que los sitúa alrededor entre 10 y 20 puntos porcentuales por debajo de la media nacional. Estos distritos son San

²⁸ Se hace la advertencia al lector de que estos gráficos no tienen las mismas escalas en todos ellos, de forma que los mismos deben analizarse en forma individual.

Isidro de El General del cantón de Pérez Zeledón, Naranjito del cantón de Aguirre, San Isidro de Montes de Oro, Colorado de Abangares y Ceiba del cantón de Orotina. La mayoría de ellos presentan una densidad de población baja, entre 22,6 en Naranjito y 49,23 hab/km² en San Isidro de Montes de Oro.

Un caso que merece una discusión especial es el del distrito de San Isidro de El General, que presenta una alta densidad poblacional de 215,19 hab/km², combinado con un crecimiento poblacional relativamente alto de 45% en el periodo. Como ya se ha mencionado, el crecimiento de la población en este distrito se concentra en la ciudad de San Isidro y sus alrededores, en tanto que el distrito posee una amplia zona rural de población dispersa, en la que el crecimiento de la población es muy reducido, área que es precisamente por la que está trazada la línea de transmisión.

El resto de los distritos presenta niveles de crecimiento que se pueden considerar altos, muy similares o por arriba de la media nacional. Estos distritos requieren un análisis pormenorizado, ya que es en ellos en los que se podrían estar generando las situaciones potencialmente conflictivas con el trazado de la línea de transmisión.

En primer lugar, en estos distritos se tiene un grupo que presenta un crecimiento poblacional muy similar al nacional y que tienen una densidad de población muy baja. Estos distritos son Bebedero de Cañas, Bagaces de Bagaces, Fortuna de Bagaces, Chomes de Puntarenas y Dos Ríos de Upala. En los mismos, por la baja densidad poblacional y por el hecho de que en la mayoría de los casos el crecimiento poblacional más acentuado se está generando en las áreas cercanas a las ciudades y pueblos principales, en tanto que existe una amplia zona rural de población dispersa, se estima que no se estarían generando problemas ni presiones sobre el trazado de la línea de transmisión.

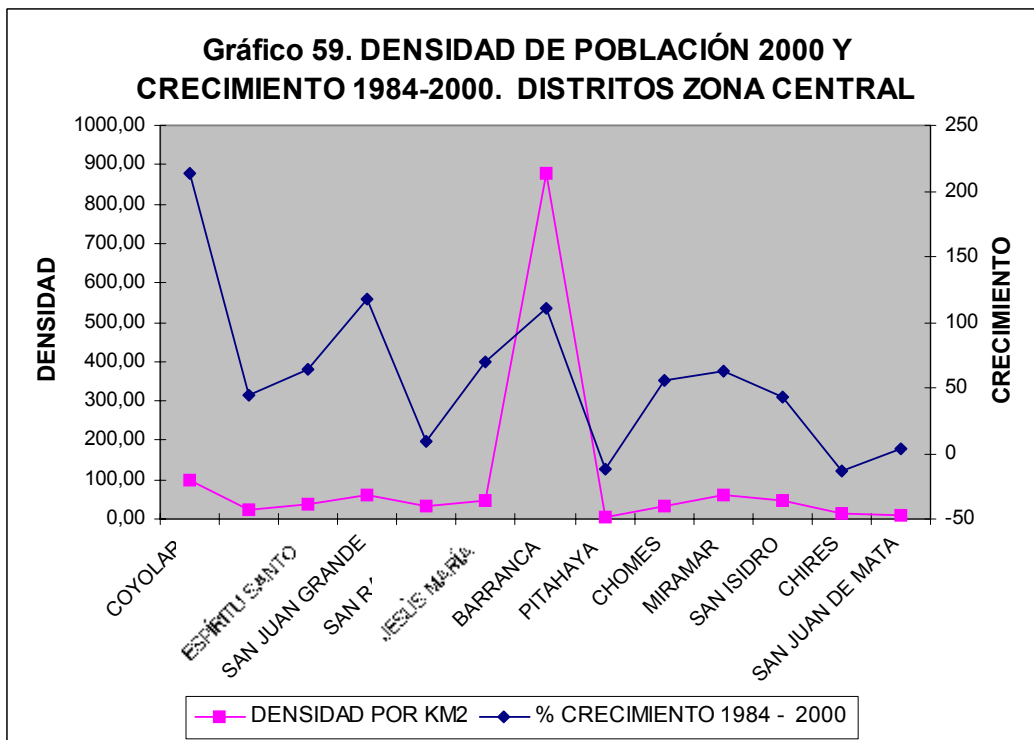
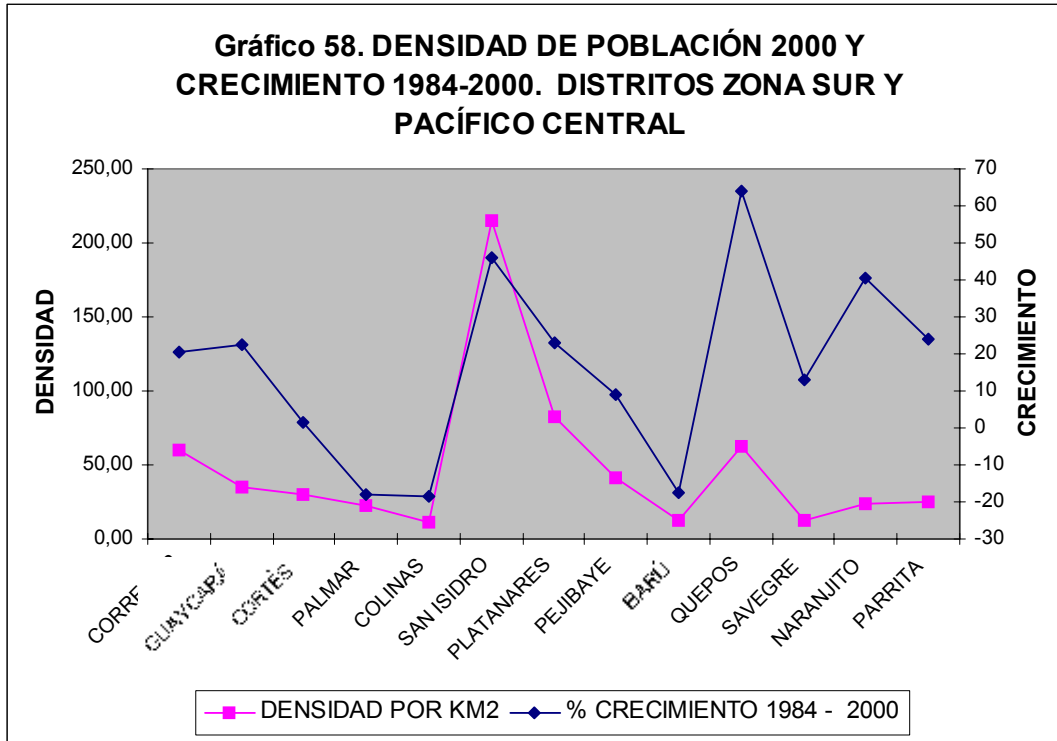
En segundo lugar, se tiene al distrito de Santa Cecilia de La Cruz, que presenta un crecimiento demográfico muy acentuado en el periodo (72,2%), que se combina con una densidad poblacional muy baja (20,29 hab/km²). Debido a la baja densidad de población, no se estarían generando es esta zona problemas ni presiones sobre el trazado de la línea.

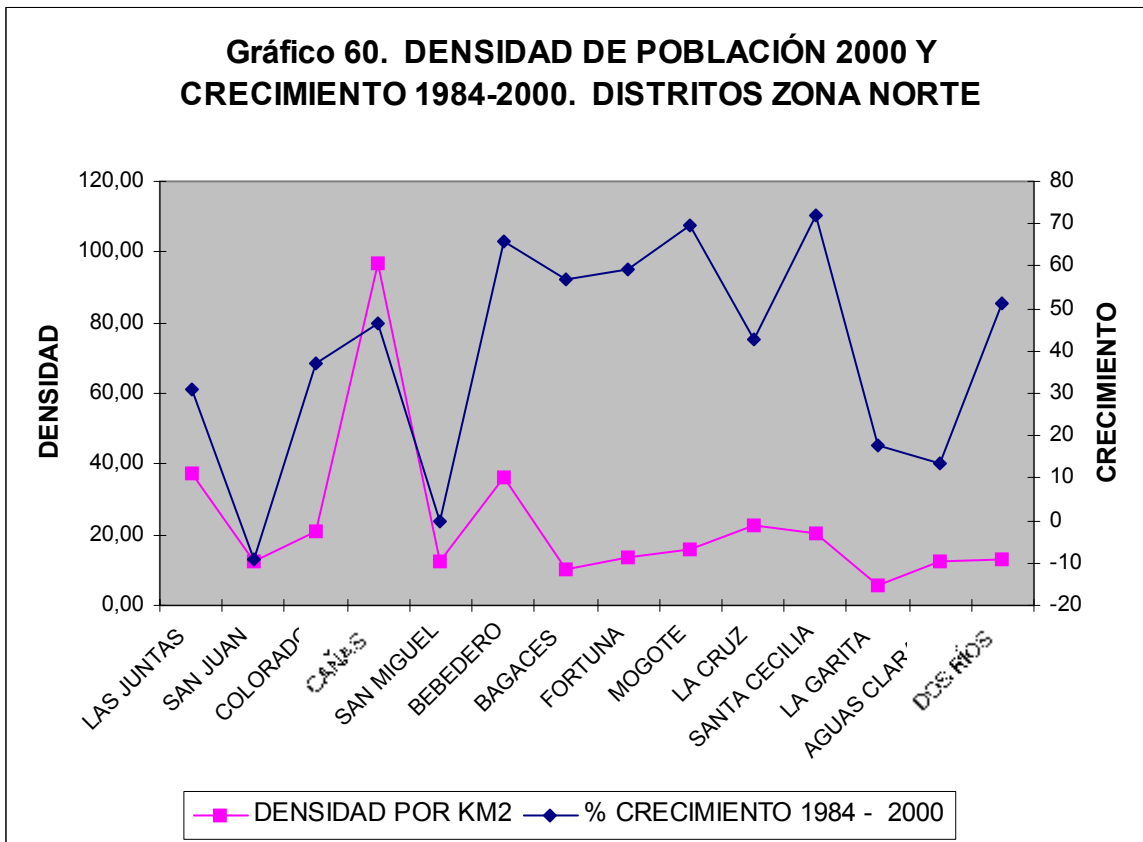
En tercer lugar, está el distrito de Cañas del cantón del mismo nombre, que presenta una relativa alta densidad de población (96,70 hab/km²), combinada con un crecimiento de la población apreciable en el periodo de referencia. Como ya se ha mencionado, este distrito presenta la particularidad de una alta concentración de la población en la ciudad de Cañas, que es la que además concentra el crecimiento de la población, en tanto que en la zona rural predomina la población dispersa y con bajos niveles de crecimiento, zona que no estaría generando problemas ni presiones sobre el trazado de la línea, ya que es precisamente sobre ella que está contemplado el paso en este distrito.

Cuadro B.2.123. Area, Población, Densidad por Km² al Año 2 000 y Porcentaje de Crecimiento Intercensal 1 984 – 2 000 de los Distritos de la Zona de Estudio

Distritos	Cantón	Área Km ²	Población	Densidad por Km ²	% Crecimiento Intercensal 1 984 - 2 000
Corredor	Corredores	276,4	16 718	60,49	20,7
Guaycará	Golfito	324,3	11 456	35,33	22,7
Cortés	Osa	213,8	6 295	29,44	1,6
Palmar	Osa	444,0	9 906	22,31	-18,2
Colinas	Buenos Aires	129,5	1 435	11,08	-18,3
San Isidro	Pérez Zeledón	191,6	41 221	215,19	45,9
Platanares	Pérez Zeledón	89,2	7 308	81,94	23,1
Pejibaye	Pérez Zeledón	208,1	8 627	41,45	9,0
Barú	Pérez Zeledón	192,3	2 335	12,15	-17,5
Quepos	Aguirre	236,6	14 925	63,07	64,1
Savegre	Aguirre	215,4	2 787	12,94	13,0
Naranjito	Aguirre	104,9	2 476	23,60	40,7
Parrita	Parrita	477,6	12 112	25,36	23,9
Coyolar	Orotina	36,5	3 636	99,70	213,2
Ceiba	Orotina	60,3	1 510	25,02	44,2
Espíritu Santo	Esparza	421,3	15 842	37,60	64,2
San Juan Grande	Esparza	58,0	3 437	59,23	117,7
San Rafael	Esparza	34,2	1 135	33,14	9,0
Jesús María	San Mateo	39,9	1 943	48,67	69,8
Barranca	Central Punt.	38,1	33 493	879,87	110,9
Pitahaya	Central Punt.	267,9	1 822	6,80	-12,2
Chomes	Central Punt.	119,9	4 166	34,74	55,1
Miramar	Montes De Oro	114,2	6 842	59,91	63,3
San Isidro	Montes De Oro	58,0	2 853	49,23	42,4
Chires	Puriscal	231,3	2 806	12,13	-13,6
San Juan De Mata	Turrubares	307,0	2 725	8,88	2,9
Las Juntas	Abangares	229,0	8 612	37,61	31,1
San Juan	Abangares	107,5	1 340	12,46	-9,2
Colorado	Abangares	196,2	4 076	20,78	37,2
Cañas	Cañas	194,4	18 798	96,70	46,7
San Miguel	Cañas	121,4	1 520	12,52	-0,4
Bebedero	Cañas	58,6	2 123	36,23	66,0
Bagaces	Bagaces	888,6	9 261	10,42	56,7
Fortuna	Bagaces	207,8	2 828	13,61	59,3
Mogote	Bagaces	181,7	2 886	15,88	69,8
La Cruz	La Cruz	344,8	7 880	22,85	42,8
Santa Cecilia	La Cruz	258,2	5 238	20,29	72,2
La Garita	La Cruz	272,7	1 581	5,80	17,9
Aguas Claras	Upala	409,0	5 026	12,29	13,6
Dos Ríos	Upala	217,4	2 776	12,77	51,0
Total Distritos Zona De Estudio		8 577,5	293 356	34,25	--
Costa Rica		51 900	3 810 179	73,41	57,7

Fuente: Datos calculados por el autor, a partir de la información censal analizada en el capítulo 1 de este trabajo, e información sobre extensión territorial del Instituto Nacional de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM). Datos de los distritos de Cañas proporcionados por Sergio Feoli.





En cuarto lugar, y presentando una situación muy similar a la anterior, están los distritos de Quepos del cantón de Aguirre y Miramar del cantón de Montes de Oro. Estos distritos presentan un alto crecimiento de la población (64,1% y 63,3%), superior a la media nacional, combinado con una densidad intermedia o más bien baja, de 63,07 y 59,07 hab/km², con la particularidad que tanto el crecimiento como la mayoría de los habitantes se concentran en la ciudad de Quepos y en la zona costera aledaña y hacia Manuel Antonio, en el primer caso, y en la ciudad de Miramar en el segundo, en tanto que las zonas rurales presentan una población dispersa y de bajo crecimiento.

Considerando que el tramo atravesado por el trazado de la línea de transmisión es la zona rural montañosa en Quepos, y una zona prácticamente deshabitada hacia el sur de la carretera interamericana en Miramar, se deduce que en estas zonas no se estarían generando ni problemas ni presiones hacia el trazado. Sin embargo, y dado el crecimiento poblacional acentuado, es recomendable que el proyecto se concrete pronto en lo que se refiere a la adquisición de las áreas de las servidumbres, a fin de evitar la aparición futura de posibles interferencias con del desarrollo habitacional.

Los restantes distritos, prácticamente todos colindantes entre sí y que conforman un tramo del trazado de la línea de transmisión comprendido entre Barranca y Orotina, son los que presenta un alto grado de generación potencial de problemas y conflictos. Todos estos distritos se caracterizan por combinar un alto o muy alto crecimiento poblacional con

una relativa alta densidad de población (gráfico 59), y en la mayoría de ellos, tendencias de desarrollo que tienden a una ocupación más densa del territorio.

El distrito de Jesús María del cantón de San Mateo presenta dentro de esta zona la situación menos extrema, ya que junto a un crecimiento de población acelerado del 69,8% en el periodo, presenta una densidad de población bastante baja de 48,67 hab/km². Sin embargo, el desarrollo mayor se está generando a lo largo de las vías principales, tanto en lo que se refiere a la carretera Atenas – Orotina, como hacia la carretera San Mateo – Esparza, en tanto que el resto del territorio está experimentando un crecimiento relativamente reducido.

En este sentido, en tanto que el trazado se separa convenientemente de esas vías de comunicación, atravesándolas en puntos específicos, se puede afirmar que los problemas e impactos se focalizan. Sin embargo, y tomando en cuenta el ritmo de crecimiento poblacional y la existencia de un mercado de tierras muy activo generado alrededor de la venta de terrenos para parcelaciones y quintas, es recomendable que el proyecto se concrete pronto en lo que se refiere a la adquisición de las servidumbres.

Es importante señalar que esta zona está experimentando el efecto de dos procesos dinamizadores sobre el mercado de tierras. Por un lado, esta área junto con Orotina y Esparza, se han convertido en áreas de desarrollo habitacional al impulso del crecimiento del eje Puntarenas – Caldera, de forma que la tendencia es hacia la conformación de una gran área habitacional en toda la zona aledaña al eje. Por otro lado, la perspectiva de la construcción y entrada en operación de la autopista Ciudad Colón – Orotina, ha tenido un efecto sustancial en activar ese mercado de tierras, abriendo la perspectiva de su uso en urbanizaciones y quintas, como ya se ha mencionado, y generando un aumento del valor de las propiedades.

En el resto de los distritos es donde se concentran los problemas potenciales más agudos.

En primer lugar, el distrito de Barranca del cantón Central de Puntarenas, presenta un crecimiento poblacional del 110,9% en los 16 años del periodo de referencia, lo que implica la duplicación de la población en un periodo muy corto, junto con una densidad de población que se presenta como la más alta de todos los distritos considerados, llegando a 879,87 hab/km².

Es importante considerar que las áreas “libres”, por así decirlo, en este distrito son sumamente reducidas, ya que la mayoría del territorio ya ha sido utilizado para el desarrollo habitacional y el uso en establecimientos industriales y de servicios. Además, es necesario tomar en cuenta que el origen de una parte importante de los asentamientos humanos en este distrito ha estado en invasiones precaristas de terrenos privados o estatales, fenómeno que no es aventurado afirmar que puede ocurrir en el futuro.

En este sentido, y tomando en cuenta que la línea de transmisión está pasando por prácticamente la única área disponible en el distrito, es recomendable que el proceso de constitución de las servidumbres tenga prioridad absoluta en esta zona, a fin de evitar la agudización de un fenómeno que ya existe, que es el de la competencia directa de la

presión generada por el crecimiento poblacional en un área ya muy saturada, hacia la ocupación de las reducidas tierras remanentes en el distrito.

Los distritos correspondientes a los cantones de Esparza y Orotina, si bien desde el punto de vista cuantitativo no presentan una situación tan aguda, son áreas de elevados niveles de conflictividad potencial, ya que la línea de transmisión entraría a competir con usos alternativos del suelo percibidos como incompatibles.

En lo que se refiere a los distritos de Esparza ²⁹, la situación es un poco diferente en ellos. Por un lado, el distrito de Espíritu Santo presenta un crecimiento poblacional alto del 64,2% en el periodo de referencia, junto a una densidad poblacional relativamente baja de 37,60 hab/km², lo que en términos cuantitativos simples no indicaría un potencial de conflictividad alto entre esas tendencias y el trazado de la línea.

Por otro lado, el distrito de San Juan Grande presenta un crecimiento muy acelerado, que llevó a la duplicación de la población en el periodo de referencia, con un crecimiento del 117,7%, y una densidad de población de 59,23 habitantes por Km².

Ambos distritos son visualizados, en términos prácticos por los vecinos y las autoridades municipales, como una sola zona de alto crecimiento, y en la que se tiene la combinación de un crecimiento de la ciudad de Esparza y sus lugares aledaños, con el de zonas rurales que están experimentando una transición acelerada desde un uso agropecuario o similar del suelo hacia un uso habitacional, industrial y de servicios. De esta forma, se puede considerar que el conjunto de ambos distritos se encuentra enrumbado hacia una modificación radical del uso del suelo, impulsada en primer lugar por el alto crecimiento de la población, y en segundo lugar, por las perspectivas hacia futuro del mercado de tierras, en la forma de la venta de terrenos para quintas, urbanizaciones e instalaciones de servicios y eventualmente industriales, que formarían parte del eje de desarrollo Puntarenas – Caldera.

Asimismo, es claro que estas tendencias actuales y que se considera que se incrementarían hacia el futuro inmediato, representan un factor de generación de posibles conflictos con el proyecto analizado, en el sentido de que el crecimiento poblacional y las perspectivas de desarrollo impulsan hacia un cambio del uso del suelo, que conlleva a un proceso de valorización del precio de la tierra.

Estas tendencias, que se deducen de los datos analizados, son manifestadas claramente por las autoridades municipales, vecinos y propietarios, a través de la reunión que el consultor tuvo con el Concejo Municipal.

La percepción es la de que la construcción del proyecto generaría un proceso de desvalorización de las propiedades atravesadas y de las áreas aledañas, ya que restringiría el atractivo de los terrenos para su posible venta para la edificación de quintas, urbanizaciones y proyectos similares.

²⁹ Se refiere aquí a los distritos de Espíritu Santo y San Juan Grande, ya que San Rafael no entra entre estas áreas de niveles potenciales altos de conflictividad.

En este sentido, en esta zona tanto las tendencias demográficas analizadas como las percepciones de los dirigentes locales y vecinos, apuntan al posible surgimiento de oposición al proyecto, en el sentido de que se afectaría tanto las pautas de desarrollo que la zona ha venido experimentado, como a los propietarios diversos que podrían oponerse al proceso de constitución de las servidumbres.

Un fenómeno similar pero más agudo se da en los distritos del cantón de Orotina atravesados por el trazado.

El distrito de Coyolar ha experimentado un proceso de crecimiento de la población que ha llevado a que la misma se haya triplicado en el periodo de referencia (16 años), con un aumento del 213,2%. La densidad poblacional es asimismo relativamente alta, llegando a los 99,70 hab/km².

Es lógico que un crecimiento de esta magnitud implica la ocupación acelerada de nuevas tierras para el desarrollo habitacional que se requiere. Lo interesante de esta zona es que, además de que han crecido mucho las zonas aledañas a la ciudad de Orotina del este distrito, también lo han hecho en general las áreas del resto, que se puede decir que están experimentando un acelerado proceso de transformación del uso del suelo, desde un tipo agropecuario hacia uno habitacional y de áreas de servicios y similares.

A pesar de que el distrito de Ceiba se ha analizado por aparte, y de que del análisis simplemente cuantitativo no parecieran desprenderse limitaciones para el proyecto evaluado, la percepción a nivel de las autoridades municipales y de la población local, es que forma parte de ese mismo proceso señalado para Coyolar, y que hacia el futuro sus líneas de desarrollo serán similares.

En la base de estas tendencias se encuentran los mismos factores señalados para el caso de los distritos de Esparza, a saber, la gravitación de la zona por el desarrollo del eje Puntarenas – Caldera, y las perspectivas de la construcción y operación de la carretera Ciudad Colón – Orotina, factor este que tendría lógicamente un peso mayor en esta zona.

Estas pautas de desarrollo, orientadas hacia una expansión de las áreas habitacionales, de servicios y eventualmente industriales, son percibidas por las autoridades del gobierno local como la tendencia presenta y como el futuro deseable para el cantón en su totalidad. Asimismo, es la opinión manifestada por estas autoridades y por vecinos presentes en la reunión sostenida por el consultor con el Concejo Municipal, que la línea de transmisión atendería fuertemente contra esas tendencias de desarrollo, generando limitaciones para el desarrollo hacia un cambio del uso del suelo en los distritos atravesados, y entrando en conflicto con el uso proyectado a nivel de constitución de proyectos habitacionales, venta de tierras para quintas, instalación de establecimientos comerciales, recreativos y de servicios, y la constitución de áreas industriales, principalmente esto último en el distrito de Ceiba.

Asimismo, y de parte de los vecinos presentes, se mencionó con mucho énfasis la desvalorización de las tierras tocadas directamente por el paso de la línea de transmisión, y eventualmente de los terrenos aledaños, tanto en el sentido de la generación de una pérdida de atractivo de los mismos para su utilización en la construcción de proyectos

habitacionales o en la constitución de parcelamientos para quintas o su simple venta para este fin.

En esta línea se manifestó una opinión unánime de oposición al paso de la línea de transmisión en lo absoluto por el cantón de Orotina, y la voluntad de ejercer una oposición organizada a ello.

Es claro que el potencial de conflictividad en este cantón es muy alto, y que puede llegar a un nivel en que se comprometa seriamente la viabilidad del trazado proyectado en esta zona, ante la perspectiva tanto de una oposición articulada en el seno del gobierno local, como en la oposición de los propietarios individuales a la constitución del área de la servidumbre necesaria para la ejecución del proyecto.

Es importante mencionar que tanto la indagación de campo sobre las percepciones de la población local como los datos analizados a nivel de tendencias demográficas y de densidad de población son coincidentes en señalar estas áreas como las más problemáticas para el proyecto.

Si bien en algunos de los otros gobiernos locales informados y consultados surgieron algunas dudas sobre los impactos del proyecto, se puede afirmar que en ningún caso se puede afirmar la potencialidad de surgimiento de conflictos. En general, se percibe que los impactos serían reducidos al estar el trazado previsto a pasar por zonas relativamente despobladas y lejos de áreas de potencial uso turístico o similar en un futuro próximo o a mediano plazo.

Esto es asimismo coincidente con el análisis realizado aquí a nivel de las tendencias demográficas, de forma que es claro que en las áreas de bajo crecimiento poblacional, baja o media densidad de población, y patrones de poblamiento rurales y principalmente dispersos, el proyecto no genera mayor oposición a nivel de las autoridades de los gobiernos locales.

En este sentido, la oposición potencial es un fenómeno geográficamente focalizado en prácticamente 5 distritos y dos municipalidades.

Es importante manifestar que el análisis del trazado fue analizado desde el punto de vista de la afectación de comunidades y territorios indígenas, llegándose a la conclusión de que la misma es nula, ya que el mismo no toca ni mucho menos atraviesa ninguna de las reservas indígenas legalmente constituidas en el país. Lógicamente, en este sentido, no fue necesario realizar ninguna consulta a este sector de la población.

Asimismo, el trazado de la línea no afecta directamente a ninguna área protegida establecida legalmente, ya sea a nivel de Parques Nacionales o de Reservas Biológicas, por lo que este punto no fue necesario incluirlo en la indagación de campo.

B.2.3. La Situación Socioeconómica General de los Cantones y Distritos de la Zona de Estudio

B.2.3.1. Nivel de vida y pobreza

Diversos estudios permiten establecer una clasificación de los cantones del país según su desarrollo social, por así decirlo, lo que se considera útil introducir en este documento como un elemento que nos permite establecer la situación económica de la población de los cantones de la zona de estudio en el contexto nacional.

Se ha establecido una estimación general del volumen de la población pobre a nivel de cantón para todo el país, elaborado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)³⁰.

Este análisis utiliza dos indicadores principales para establecer el nivel de pobreza para el país y para cada cantón. En primer lugar, el Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN), ha elaborado un Índice de Desarrollo Social (IDS), que es importante de considerar porque de alguna forma establece lo que se podría denominar el grado de desarrollo social para cada cantón.

El IDS constituye un indicador resumen que mide las brechas sociales entre las diferentes áreas geográficas del país (regiones y cantones), y está compuesto por las siguientes variables (FALLAS, 2 000):

- Infraestructura Educativa
- Acceso a Programas Educativos Especiales
- Mortalidad Infantil
- Defunciones de 0 a 5 años respecto a la mortalidad general
- Retardo en talla de la población de primer grado de escuela
- Consumo promedio mensual de electricidad residencial
- Nacimientos de niños (as) de madres solas.

El valor del IDS oscila entre 0 y 100, correspondiendo el valor más alto al cantón en mejor situación sociodemográfica y el más bajo al que presenta el mayor rezago en su nivel de desarrollo.

En segundo lugar, se establece el porcentaje de hogares pobres a partir de la información general de las Encuestas de Hogares.

En primer lugar, y a nivel regional, se puede constatar que según estas estimaciones, las tres regiones por las que transcurre la mayor parte del trazado de la línea de transmisión, son las que presentan mayores porcentajes de población pobre, y son a saber la Región

³⁰ FALLAS, Helio. *Estimación de la Población Pobre por Cantón*. Proyecto Agenda Nacional de Superación de la Pobreza. MTSS – PNUD. San José, junio 2 000 (VERSIÓN DIGITAL).

Brunca, la Chorotega y la Pacífico Central, según puede verse en el cuadro 124, con proporciones que oscilan alrededor del 30% de la población total para el año 1 999.

Cuadro B.2.124. Población Pobre Ppor Región. Costa Rica. 1 999

Región	Población Total	Población Pobre	Porcentaje Población Pobre
Región Central	2237 409	375 625	16,8
Región Chorotega	279 264	88 013	31,5
Pacífico Central	197 687	58 737	29,7
Región Brunca	344 370	110 860	32,2
Región Huetar Atlántica	275 819	62 394	22,6
Región Huetar Norte	294 148	62 178	21,1

Fuente: FALLAS, Helio. 2 000

En el caso de la región Huetar Norte, que presenta un porcentaje de población pobre del 21,1%, el cantón de Upala se sale de este promedio al ubicarse entre los más pobres del país. Asimismo, en el caso de la región Central, que presenta el menor porcentaje de población pobre del país, los cantones de Puriscal y Turrubares se ubican muy por encima de la media regional, pudiéndose afirmar que están entre los más pobres de la región.

Si se realiza un análisis a nivel cantonal del Índice de Desarrollo Social, según puede verse en el cuadro B.2.125, en el que aparece todos los cantones del país ordenados en orden descendente de ese índice, se puede ver que los dos primeros cantones de la zona de estudio que aparecen lo hacen en los lugares 25 y 26, del total de 81 cantones del país, y corresponden a Orotina y Montes de Oro, con IDS de 64,6 y 63,9, respectivamente.

En el orden correspondiente aparecen seguidamente los cantones de Esparza y San Mateo, en los lugares 30 y 38, y con IDS de 62,8 y 59,0, respectivamente.

Es significativo que entre los 40 primeros lugares de la lista, que corresponderían más o menos a la primera mitad superior de los cantones del país según el IDS, solamente se encuentran 4 cantones, en tanto que los otros 15 de la zona de estudio están ubicados en la mitad inferior de la lista según ese índice.

Cuadro B.2.125. Cantones de Costa Rica Según Orden Descendente del Índice de Desarrollo Social y Porcentaje de Hogares Pobres. 1 999.

Código	Cantón	Índice de Desarrollo Social	% Hogares Pobres
408	Flores	100,0	1,0
407	Belén	94,9	1,0
115	Montes de Oca	85,0	6,1
406	San Isidro	78,5	9,4
306	Alvarado	76,8	25,7
409	San Pablo	74,3	11,6

207	Palmares	73,4	12,0
102	Escazú	73,3	12,1
118	Curridabat	73,3	12,1
111	Coronado	71,0	13,3
113	Tibás	70,6	13,5
114	Moravia	70,5	6,5
212	Valverde Vega	70,3	13,6
403	Santo Domingo	70,2	13,7
404	Santa Bárbara	69,4	14,1
205	Atenas	68,8	7,5
401	Heredia	67,8	14,9
405	San Rafael	67,3	15,2
211	Alfaro Ruiz	67,1	8,6
203	Grecia	67,0	8,6
108	Goicoechea	66,7	15,5
301	Cartago	66,7	15,5
103	Desamparados	66,1	15,8
307	Oreamuno	65,4	16,1
209	Orotina	64,6	16,6
604	Montes de Oro	63,9	29,7
101	San José	63,7	17,8
402	Barva	63,3	17,2
508	Tilarán	63,2	17,3
602	Esparza	62,8	17,5
303	La Unión	62,7	30,1
302	Paraíso	62,0	30,3
308	El Guarco	61,8	18,0
107	Mora	61,7	18,0
201	Alajuela	61,5	18,1
208	Poás	61,4	18,2
304	Jiménez	59,3	19,3
204	San Mateo	59,0	19,4
110	Alajuelita	58,7	31,3
511	Hojancha	56,9	31,9
109	Santa Ana	55,8	15,5
206	Naranjo	55,4	15,7
601	Puntarenas	54,8	36,0
202	San Ramón	54,6	16,2
305	Turrialba	53,6	22,2
509	Nandayure	53,1	33,1
503	Santa Cruz	52,8	33,2
104	Puriscal	51,8	23,1
106	Aserri	51,2	23,4
506	Cañas	49,9	34,1
116	Turrubares	49,1	34,3

Cuadro B.2.125. Continuación			
Código	Cantón	Índice de Desarrollo Social	% Hogares Pobres
119	Pérez Zeledón	48,9	24,6
501	Liberia	48,9	34,4
502	Nicoya	48,4	24,9
611	Garabito	48,3	24,9
701	Limón	48,0	25,1
609	Parrita	47,9	25,1
706	Guácimo	47,8	11,5
606	Aguirre	47,5	25,3
112	Acosta	47,3	34,9
505	Carrillo	46,1	35,3
117	Dota	45,9	26,1
210	San Carlos	45,5	19,5
607	Golfito	44,0	35,9
504	Bagaces	43,9	27,2
702	Pococí	43,8	14,7
105	Tarrazú	43,3	23,2
507	Abangares	43,1	36,2
605	Osa	41,3	36,8
215	Guatuso	40,5	28,9
120	León Cortés	38,0	30,2
703	Siquirres	36,4	20,6
610	Corredores	35,4	38,6
608	Coto Brus	30,9	33,8
410	Sarapiquí	28,5	35,1
705	Matina	22,6	31,6
603	Buenos Aires	22,2	38,3
213	Upala	17,4	38,2
510	La Cruz	16,4	44,6
214	Los Chiles	8,9	43,8
704	Talamanca	0,0	49,7

Nota: En el código de cantón, el primer dígito corresponde a la provincia en esta forma: 1= San José, 2 = Alajuela, 3 = Cartago, 4 = Heredia, 5 = Guanacaste, 6 = Puntarenas y 7= Limón

Fuente: Datos reelaborados por el consultor a partir del documento Mideplan, 1 999, Cálculo IDS por Cantón, Área de Análisis de Desarrollo. Ministerio de Planificación y Política Económica. San José, EN: FALLAS, Helio. Estimación de la Población Pobre por Cantón. Proyecto Agenda Nacional de Superación de la Pobreza. MTSS – PNUD. San José, junio 2 000 (VERSIÓN DIGITAL).

Seguidamente en orden descendente según el índice, se tiene a los cantones de Puntarenas (puesto 43), Puriscal (puesto 48), Cañas, Turrubares y Pérez Zeledón (puestos 50, 51 y 52).

Es importante además resaltar que a partir de Cañas todos los cantones restantes no alcanzan siquiera a la mitad del puntaje máximo establecido para el índice, es decir, que 13 de los 19 cantones de la zona de estudio están por debajo de ese puntaje.

Los restantes 10 cantones, es decir, un poco más de la mitad de todos los correspondientes a la zona de estudio, se ubican entre los 25 últimos de la lista, indicando su bajo desarrollo social según el indicador utilizado.

Entre estos últimos cantones están Parrita (puesto 57), Aguirre (puesto 59), Golfito y Bagaces (puestos 64 y 65), Abangares y Osa (puestos 68 y 69), y en fondo de la lista y entre los 10 cantones más deprimidos del país, a Corredores (puesto 73), y a Buenos Aires, Upala y La Cruz (puestos 77 a 79).

Es importante señalar que en estos últimos cuatro cantones el IDS no llega siquiera a la cuarta parte del máximo posible, lo que indica el nivel de desarrollo social extremadamente deprimido de los mismos.

En resumen, ninguno de los cantones de la zona de estudio se encuentra entre el 30% superior de los cantones de mayor desarrollo social, en tanto que más de la mitad están entre el 30% inferior, lo que no indican en general el bajo desarrollo social de la zona de estudio. Además, prácticamente el 70% de los cantones no alcanza ni siquiera la mitad del puntaje máximo del indicador.

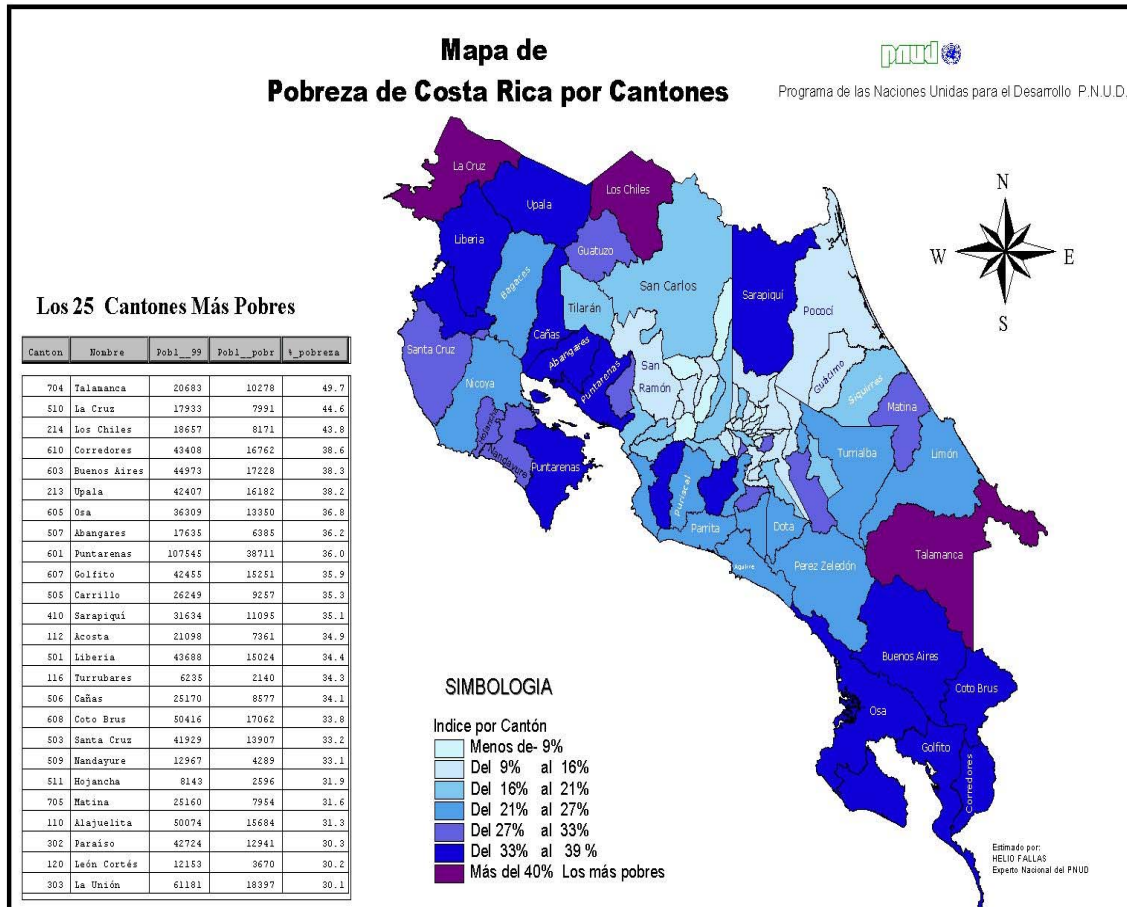
Si se analiza la proporción de población pobre en los cantones de la zona de estudio, se tiene un panorama similar. Con la única excepción de Orotina, todos los cantones tienen un porcentaje de hogares pobres superiores a la media nacional (16,8%), y en 9 de ellos ese porcentaje supera por más del doble al correspondiente al país.

Además, y según puede verse en la figura 1, 10 cantones se ubican entre los 25 más pobres del país, siendo los mismos en orden descendente de porcentaje de población pobre La Cruz, Corredores, Buenos Aires, Upala, Osa, Abangares, Puntarenas, Golfito, Turrubares y Cañas, con porcentajes de población pobre que superan el 30%.

Adicionalmente, y con las excepciones de Orotina, Esparza y San Mateo, en todos los cantones la proporción de hogares pobres está en alrededor del 25% o por arriba de ello, llegando a su proporción más alta en La Cruz (44,6%).

Resulta claro, por lo tanto, que en términos generales, y con la excepción de los cantones mencionados de Orotina, Esparza y San Mateo, la zona de estudio se caracteriza por un alto porcentaje de población pobre, muy superior a la media nacional, y que afecta en términos generales a más de la cuarta parte de la población.

FIGURA 1.



B.2.3.2. La provisión de servicios básicos a la población

Si bien se puede considerar que, en términos generales, el panorama general a nivel cantonal es de una aceptable provisión de servicios básicos, en lo que se refiere a los distritos atravesados la situación es de carencias importantes en muchos de ellos, ya que muchos de los servicios a nivel de salud en lo que se refiere a la atención de emergencias y problemas de salud de gravedad, educación secundaria y universitaria, servicios bancarios y de oficinas públicas, etc., se concentran exclusivamente en las cabeceras de los cantones.

Se puede afirmar que prácticamente todas las cabeceras de los cantones poseen en general los servicios básicos, en lo que se refiere a clínicas y hospitales, capacitados para la atención de emergencias y el servicio de especialidades médicas, colegios secundarios y dependencias universitarias públicas y privadas, servicios de emergencias en lo que se refiere a bomberos y ambulancias, oficinas de los bancos principales, y algunas oficinas públicas, así como las correspondientes a las municipalidades.

Sin embargo, esto no es así en muchos de los distritos que forman parte de la zona de estudio, en los que con la excepción de la cobertura de agua potable y electricidad que es encuentra muy difundidas incluso a nivel de los pueblos pequeños, se carece de muchos de estos servicios, lo que se agrava si se considera que en muchos casos los caminos son vías en mal estado que dificultan la movilización de las personas.

Esta situación es más extrema en los cantones grandes, en los que las distancias a recorrer para llegar a los lugares que concentran los servicios son considerables. La excepción a lo anterior la constituyen los cantones de Orotina, San Mateo, Esparza, y en algún grado Pérez Zeledón y Cañas, aunque en estos dos últimos en las zonas rurales de población dispersa las vías de comunicación son caminos en mal estado.

Las situaciones más extremas se presentan en los distritos de La Garita y Santa Cecilia del cantón de La Cruz, el distrito de Dos Ríos de Upala, las partes alejadas del distrito de Bagaces, las zonas más aisladas del distrito de San Miguel de Cañas, al igual que el distrito de San Rafael de Abangares, el distrito de Pitahaya de Puntarenas, todos los sectores rurales cercanos a la ruta de la línea de transmisión en los cantones de Parrita, Puriscal, Aguirre, Osa y Corredores, el distrito de Barú de Pérez Zeledón, el distrito de Colinas de Buenos Aires y las partes rurales del distrito de Guaycará de Golfito.

En lo que se refiere a servicios educativos, si bien en prácticamente todos los poblados se cuentan con escuelas primarias, los estudios secundarios solamente están en algunos poblados principales y secundarios, por lo que los estudiantes deben de recorrer grandes distancias para tener acceso a los mismos. En lo que se refiere a universidad, las mismas están presentes solamente y en forma restringida en muchos de ellos, en las cabeceras de cantón y en algunas cabeceras de distrito.

En lo que se refiere a servicios de salud, si bien se puede afirmar que la red de Equipos Básicos de Asistencia en Salud (EBAIS), están ampliamente difundidos, los mismos solamente prestan servicios de atención primaria. En lo que se refiere a la atención de problemas médicos mayores, se tiene que recurrir a los centros médicos situados en las cabeceras de los cantones, o incluso a los hospitales regionales, lo que se dificulta por las considerables distancias que hay que recorrer y los caminos en mal estado.

Es importante tomar en cuenta que muchas de las clínicas ubicadas en las cabeceras de cantón no cuentan con todos los servicios de especialidades médicas, y en algunos casos no están totalmente equipadas para la atención de emergencias quirúrgicas graves, por lo que esos casos son generalmente referidos a los hospitales.

Además, en la mayoría de los distritos alejados no se dispone de servicio de ambulancias, e incluso en algunos cantones enteros como es el caso de Turrubares.

Asimismo, en muchos casos los EBAIS situados en zonas rurales brindan sus servicios solamente algunos días por semana, que es cuando se dispone de la visita del médico ya que prácticamente ninguno cuenta con personal médico permanente. Esto reduce las posibilidades de consulta, de forma que en muchos casos, al tener que atender cada una de estas dependencias zonas amplias con mucha población, los usuarios tienen dificultades para conseguir cita para la atención.

La disponibilidad de servicios de oficinas gubernamentales y de dependencias bancarias está generalmente restringida a las cabeceras de cantón, por lo que los pobladores de los distritos rurales deben realizar grandes desplazamientos geográficos para tener acceso a ellos. Esto incluso afecta a los servicios municipales, lo que se agrava en algunas zonas de algunos distritos ya que la cabecera de los cantones está situada a mucha distancia. Este es el caso de distritos como Chires de Puriscal, San Juan de Mata de Puriscal, Pitahaya de Puntarenas, Savegre y Naranjito de Aguirre, en los que los usuarios de los servicios municipales deben recorrer grandes distancias para realizar cualquier trámite.

Los servicios municipales, especialmente en lo que se refiere a la recolección de basura, generalmente se prestan solamente en los sectores cercanos a los poblados principales, quedando la población rural dispersa sin cobertura de este servicio.

En algunas zonas la red telefónica no cubre áreas extensas, dejando a los pobladores únicamente la opción del servicio de teléfono celular, lo que es una opción muy cara para muchas familias.

Finalmente, en lo que se refiere a la red vial, la mayoría de las zonas rurales cuentan solamente con caminos lastrados, los cuales en muchos casos están en mal estado, como ya se ha mencionado, situación que se agrava durante la época de lluvias.

Es importante mencionar que el impacto de la construcción de la línea de transmisión sobre los caminos existentes, en el sentido de la realización de algún tipo de arreglo para su utilización, es un impacto positivo de importancia, especialmente para las comunidades más alejadas. En este sentido se manifestaron algunos dirigentes de los gobiernos locales en algunas de las zonas.

B.2.3.3 Nivel de alfabetización y de escolaridad

Se considera que es importante conocer el nivel de alfabetización de la población de los distritos por lo que pasaría la línea de transmisión, ya que es posible que durante la fases de construcción y operación sea necesario desarrollar labores de información a la población, en la forma de rótulos preventivos durante la realización de labores, folletos informativos, etc.

La estructura de los mismos, lógicamente debe estar adecuada a la capacidad de comprensión de los habitantes, para lo cual se considera de utilidad saber la proporción de los mismos que saben leer y escribir.

Asimismo, y en prevención de que durante la fase constructiva se pueda realizar alguna integración de mano de obra local, es importante conocer el nivel educativo preponderante en los distritos afectados por la línea.

En lo que se refiere al nivel de alfabetización, en general el mismo es muy alto en el país, de forma que el 90,3% de las personas de 5 años y más saben leer y escribir.

A nivel de los distritos de la zona de estudio, según puede verse en el cuadro B.2.126, solamente Barranca (Puntarenas), Miramar (Montes de Oro), y Espíritu Santo (Esparza), tienen una proporción de población alfabetizada similar o superior a la media nacional. Sin embargo, en general, en casi todos los distritos este nivel está por arriba del 80%, lo que es un nivel muy alto, máxime si se toma en cuenta que la medida está considerando a una proporción de niños que aún no han concluido los niveles preescolares de educación, ni los primeros dos años de primaria.

Solamente los distritos de Chires (Puriscal), Dos Ríos (Upala), Santa Cecilia y La Garita (La Cruz), tienen niveles de alfabetización inferiores al 80%, constituyendo las únicas áreas de la zona de estudio en las que habría que poner un poco de atención respecto a la falta de capacidad de lectura.

Sin embargo, con niveles tan altos de alfabetización, casi se puede descartar la existencia de hogares en los que ningún miembro de la familia tenga capacidad de lectura, lo que brinda excelentes condiciones para garantizar la interpretación de indicaciones a nivel de rótulos o de materiales informativos. En este sentido, el problema del analfabetismo en fenómeno de baja incidencia en la zona de estudio, y con una influencia potencial muy baja sobre el proyecto evaluado.

Con lo anterior no queremos obviar las diferencias sustanciales existentes entre las zonas consideradas, que son un nuevo indicio de la situación de baja condición socioeconómica de las familias, ya analizada anteriormente en este documento.

En lo que se refiere al nivel educativo, se puede constatar la situación es muy diversa entre los distritos que forman parte de la zona de estudio, según puede verse en el cuadro B.2.127. Como elemento general, la proporción de personas con estudios universitarios es en general menor al 10% en casi todos los distritos, siendo las excepciones a lo anterior San Isidro de El General y Espíritu Santo de Esparza, que son los únicos que están en un nivel similar a la media nacional.

En la mayoría de los distritos esta proporción de población con estudios universitarios está por debajo del 5%, siendo incluso prácticamente inexistente en algunos de ellos (Colinas, Santa Cecilia y Dos Ríos). Asimismo, es interesante que los distritos en los que se alojan las cabeceras de los cantones son los que tienen una mayor proporción de personas con este tipo de calificación (Miramar, Espíritu Santo, Cañas, San Isidro de El General, Cortés, Quepos, Corredor, Las Juntas).

Por otra parte, 8 distritos tienen una proporción de personas solamente con estudios primarios superior al 85% (Colinas, Santa Cecilia, Dos Ríos, Barú, Pejibaye, Platanares, La Garita y Pitahaya), en tanto que 11 tienen una proporción entre 75 y menos de 85% (Aguas Claras, San Juan de Mata, Chires, Savegre, Ceiba, Bebedero, Coyolar, Chomes, San Miguel, Naranjito y Parrita).

No deja de ser significativo que 19 distritos tienen una proporción de 25% o más de personas con estudios secundarios o superiores, lo que corresponde a la mitad de los mismos, y están constituidos por Jesús María, Guaycará, Mogote, San Juan Grande, Colorado, San Isidro (Montes de Oro), Bagaces, Palmar, La Cruz, Fortuna, Las Juntas,

Corredor, Quepos, Cortés, San Isidro de El General. Cañas, Miramar, Barranca y Espíritu Santo.

Cuadro B.2.126. Condición de Alfabetización de la Población de 5 y Más Años de los Distritos de la Zona de Estudio. 2 000

Distritos	Condición De Alfabetización (Porcentaje De La Población Que Sabe Leer Y Escribir)
Chires (Puriscal)	78,6
San Juan De Mata (Turubares)	81,0
San Isidro De El General	89,6
Platanares (Perez Zeledón)	86,7
Pejibaye	84,9
Barú	83,6
Coyolar (Orotina)	84,1
Ceiba	84,0
Jesús María (San Mateo)	88,0
Aguas Claras (Upala)	81,9
Dos Ríos	79,4
Las Juntas	86,3
San Juan (Abangares)	84,3
Colorado	86,5
Cañas	87,7
San Miguel (Cañas)	86,2
Bebedero	85,8
Bagaces	85,5
Fortuna (Bagaces)	87,3
Mogote	88,4
La Cruz	83,7
Santa Cecilia (La Cruz)	76,3
La Garita	73,9
Barranca	90,8
Pitahaya (Central Puntarenas)	81,1
Chomes	83,4
Miramar (Montes de Oro)	90,3
San Isidro	86,2
Espíritu Santo (Esparza)	91,4
San Juan Grande	85,6
Parrita (Parrita)	86,2
Quepos	87,9
Savegre (Aguirre)	83,0
Naranjito	85,5
Colinas (Buenos Aires)	80,9
Cortés (Osa)	85,5
Palmar	86,8
Guaycará (Golfito)	85,9
Corredor (Corredores)	81,0
Costa Rica	90,3

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

Debemos aclarar que en estos datos cuando se hace mención a los distintos niveles de estudio, ello no significa que las personas incluidas en ellos han concluido los estudios a nivel de graduación, sino simplemente que han cursado algún año de estudios en el nivel respectivo.

B.2.4. Regulaciones Sobre el Uso del Suelo y sus Implicaciones para el Proyecto

La zona de estudio, definida en términos amplios, involucra desde el punto de vista de la división territorial del país, a las provincias de Puntarenas, San José, Alajuela y Guanacaste, es decir, 4 de las 7 provincias del país.

Cuadro B.2.127. Nivel Educativo de la Población de 5 Años y Más de los Distritos de la Zona De Estudio. 2 000

Distritos	Kinder o Prepara-toria	Primaria	Secundaria Académica	Secundaria Técnica	Para-Universi-taria	Universitaria
Chires	1,9	81,1	7,4	7,5	0,1	1,8
San Juan de Mata	1,5	82,1	10,2	3,7	0,2	2,3
San Isidro de El G.	3,6	58,5	23,9	1,5	1,1	11,5
Platanares	2,9	84,4	5,7	5,2	0,3	1,6
Pejibaye	2,1	86,1	3,5	6,8	0,3	1,2
Barú	2,0	86,8	6,5	1,2	0,2	3,4
Coyolar	5,5	73,4	12,0	6,1	0,9	2,2
Ceiba	2,9	78,4	11,9	4,5	0,4	1,9
Jesús María	2,5	70,6	11,1	8,4	0,9	6,5
Aguas Claras	3,3	80,4	11,9	2,3	0,1	2,0
Dos Ríos	4,1	84,8	10,1	0,2	0,1	0,8
Las Juntas	3,9	61,9	15,2	10,1	1,5	7,5
Colorado	3,6	67,8	23,1	1,8	0,5	3,3
Cañas	3,7	57,8	27,8	0,9	1,2	8,6
San Miguel	2,3	73,8	18,8	0,6	0,4	4,1
Bebedero	3,3	76,3	17,8	0,4	0,1	2,2
Bagaces	3,8	65,8	23,1	0,9	1,8	4,6
Fortuna	3,9	62,0	10,3	16,3	0,8	6,8
Mogote	4,0	68,0	15,7	5,4	2,1	4,8
La Cruz	4,7	63,5	24,8	0,5	1,2	5,5
Santa Cecilia	3,4	85,9	9,5	0,2	0,3	0,8
La Garita	2,9	83,2	10,8	0,5	0,4	2,2
Barranca	3,9	54,4	31,1	2,9	1,3	6,6
Pitahaya	1,1	84,6	12,2	0,4	0,5	1,1
Chomes	2,7	76,0	17,5	0,7	0,4	2,6
Miramar	3,1	56,1	28,3	1,7	1,4	9,5
San Isidro	2,9	67,1	22,9	0,9	1,1	5,1
Espíritu Santo	3,3	50,7	32,6	1,1	1,9	10,4

San Juan Grande	3,1	68,9	21,3	1,2	0,7	4,8
Parrita	3,1	72,0	10,4	10,7	0,4	3,4
Quepos	3,6	60,9	26,5	1,4	1,1	6,5
Savegre	2,6	78,9	10,0	4,8	0,3	3,3
Naranjito	3,5	72,2	19,1	1,4	0,7	3,0
Colinas	0,8	94,2	3,9	0,5	0,0	0,8
Cortés	2,6	61,1	29,5	0,3	0,8	5,7
Palmar	3,9	64,9	22,3	3,6	0,7	4,6
Guaycará	3,3	69,2	19,2	3,7	0,6	4,0
Corredor	3,1	61,6	27,2	1,1	0,6	6,4
Costa Rica	3,4	57,0	24,3	2,8	1,6	11,0

Fuente: Censos de Población, según cuadros especiales generados por el autor a partir de las bases de datos CCP – INEC.

En lo que se refiere a los cantones, la línea de transmisión toca los territorios de 19 de los 81 del país, es decir, aproximadamente el 20% de los mismos. Sin embargo, en estos cantones solamente se toca a determinados distritos, de forma que la línea pasa por 39 distritos, de un total de 102 que conforman la totalidad de los correspondientes a los cantones involucrados, es decir, el 38% de los mismos. En este sentido, se puede afirmar que a nivel de las unidades territoriales administrativas el efecto se puede considerar focalizado.

La lista de las provincias, cantones y distritos considerados se puede ver en el cuadro B.2.128.

Según la división territorial administrativa de Costa Rica, la unidad que corresponde con el municipio o municipalidad es el cantón, en los cuales se estructura el gobierno local, con las respectivas instancias de Alcalde, Concejo Municipal a nivel del cantón y Concejos de Distrito al nivel más detallado.

El Alcalde es la figura ejecutiva y administrativa, en tanto que el Concejo Municipal es el órgano deliberativo que toma las decisiones fundamentales. Todas las autoridades municipales en la actualidad son elegidas por voto popular, incluyendo al Alcalde, los regidores y síndicos que forman parte del Concejo y los miembros de los Concejos de distrito.

En lo que se refiere a planificación del uso del territorio, la legislación existente en el país y la jurisprudencia correspondiente, delega en las Municipalidades la zonificación en el área de cada cantón. La zonificación correspondiente por tipos de uso, en las áreas no reguladas por leyes especiales (parques nacionales, zonas de protección de bosques por leyes nacionales, zonas marítimo terrestres, distritos de riego y similares, etc.), es competencia directa de los gobiernos locales, los cuales aplican su jurisdicción mediante los mecanismos de permisos de construcción y la concesión de patentes para el funcionamiento de establecimientos (comercios, empresas de servicios, industrias, etc.).

Las municipalidades suelen establecer los denominados Planes Reguladores, por medio de los cuales se zonifica el área jurisdiccional de cada gobierno local, y se establecen los respectivos reglamentos de uso de cada una de las áreas definidas.

En estos planes se suelen establecer diversas categorías de uso, que incluyen principalmente áreas habitacionales, de servicios y comerciales, industriales, de protección de los recursos naturales, de uso agropecuario, y recreativas como parques y similares.

En ausencia de Plan Regulador (PR), es generalmente el Concejo Municipal el que establece las áreas de uso, en consulta con el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU).

Es importante tomar en cuenta que los Planes Reguladores, una vez aprobados adquieren categoría de ley, por lo que su acatamiento es obligatorio para todos los actores, ya sean estos las mismas autoridades y funcionarios municipales, las instituciones públicas, los vecinos del cantón o el sector empresarial privado.

En este sentido, es importante que los mencionados planes sean revisados en las áreas potencialmente afectadas por el trazado de la línea de transmisión, por lo que se ha procedido a establecer para cada una de las Municipalidades el estado actual respecto a esta legislación reguladora del uso del suelo. Un detalle adicional sobre estos planes es que no necesariamente abarcan toda el área del cantón, sino que pueden haber sido establecidos para áreas específicas, generalmente las cabeceras del cantón y algunos distritos.

Cuadro B.2.128. Listado de Provincias, Cantones y Distritos Incluidos en la Zona de Estudio Según la División Territorial Administrativa Vigente. 2 003

Provincias	Cantones	Distritos
San José	Puriscal	Chires
	Turubares	San Juan de Mata
	Pérez Zeledón	San Isidro de El General Platanares Pejibaye Barú
Alajuela	Orotina	Coyolar Ceiba
	San Mateo	Jesús María
	Upala	Aguas Claras Dos Ríos
Guanacaste	Abangares	Las Juntas San Juan Colorado
	Cañas	Cañas San Miguel Bebedero

	Bagaces	Bagaces Fortuna Mogote
	La Cruz	La Cruz Santa Cecilia La Garita
Puntarenas	Central	Barranca Pitahaya Chomes
	Montes de Oro	Miramar San Isidro
	Esparza	Espíritu Santo San Juan Grande
	Parrita	Parrita
	Aguirre	Quepos Savegre Naranjito
	Buenos Aires	Colinas
	Osa	Cortés Palmar
	Golfito	Guaycará
	Corredores	Corredor

Fuente: Elaboración del autor según información del trazado de la línea de conexión e información del censo nacional de población 2 000.

Municipalidad de Puriscal

La propuesta de PR abarca únicamente la cabecera del cantón y algunas otras comunidades más importantes. Actualmente se adjudicó a una empresa la elaboración de los estudios técnicos, de forma que apenas se está iniciando el proceso, el cual puede tomar alrededor de dos años para que se cuente con un PR debidamente aprobado.

El distrito de Chires, que es el tocado por la línea de transmisión, no está incluido en el PR propuesto, ya que se considera que el mismo es un área rural de población rural dispersa, por lo que el PR no tiene ninguna implicación práctica en el trazado de la línea.

Municipalidad de Turrubares

No se cuenta con un PR, ya que la elaboración del mismo está apenas planificada, habiéndose sacado a licitación la elaboración de los estudios técnicos, proceso que se encuentra estancado en la actualidad. La adjudicación realizada a la empresa seleccionada por la municipalidad fue apelada ante la Contraloría General de la República y como resultado de ello la licitación fue declarada desierta.

La Municipalidad no cuenta con un ingeniero municipal, por lo que cualquier decisión sobre el uso del suelo la define el Concejo, tomando en consideración las recomendaciones del Departamento de Catastro.

En lo que se refiere a los distritos tocados por la línea de transmisión, el PR solamente incluiría una parte del distrito de San Juan de Mata, ubicada al norte del río Turrubares, en tanto que el distrito de San Luis en su totalidad no sería incluido en el plan.

Municipalidad de Pérez Zeledón

Existe un PR aprobado y actualmente vigente, que abarca toda el área del cantón, por lo que sus lineamientos afectan en su totalidad al trazado de la línea de transmisión en todos los distritos.

Municipalidad de Orotina

No cuenta con PR, y en la actualidad se está elaborando el cartel de licitación para la contratación de los estudios técnicos. La propuesta abarcaría todo el cantón.

Se estima que por el avance del proceso no se contará con un PR aprobado antes de dos años.

Municipalidad de San Mateo

No cuenta con PR, y la capacidad técnica existente en ella es muy reducida, ya que no cuenta entre su personal con un Ingeniero Municipal. Los permisos de construcción y patentes son otorgados por el Alcalde, con consultas eventuales al Concejo.

Municipalidad de Upala

No cuenta con Plan Regulador ni se tiene claramente planificada su elaboración en un futuro próximo. Tampoco se dispone de una zonificación sistemática.

Municipalidad de Abangares

No tiene PR, y en lo que se refiere a los lineamientos de zonificación, se ha elaborado una zonificación indicativa que es la que se utiliza como criterio para permisos y patentes, según el dictamen del Ingeniero Municipal.

Municipalidad de Cañas

Cuenta con un PR debidamente aprobado y vigente, que abarca la totalidad del área del cantón.

Municipalidad de Bagaces

No tienen PR, ni se espera que se pueda contar con uno ni siquiera a mediano plazo. En la actualidad las decisiones sobre el uso de suelo se toman directamente por el Alcalde, en consulta con el Departamento de Catastro.

Municipalidad de La Cruz

No tiene PR municipal, y únicamente en el litoral marino existen algunos planes costeros. Tampoco tienen elaborado ningún criterio sistemático de zonificación de uso del suelo.

Municipalidad del Cantón Central de Puntarenas

Existe una propuesta de PR ya elaborada, pero que se encuentra en trámite de aprobación. Sin embargo, el mismo abarca únicamente el área correspondiente a la ciudad de Puntarenas, desde La Angostura hasta La Punta.

Los distritos de Chacarita, Barranca, Pitahaya y Chomes, no están incluidos en ese PR.

Municipalidad de Montes de Oro

No se cuenta con PR, ni está prevista su elaboración en un futuro próximo. La información catastral es muy deficiente, de forma que no se cuenta con el mosaico de catastro de las propiedades, por lo que se le ha dado prioridad a la construcción de ese mosaico para los distritos primero y segundo, lo que daría la base para la posterior elaboración del PR.

En la actualidad el Concejo Municipal tomó la decisión de no otorgar permisos para la construcción de urbanizaciones masivas, hasta que el cantón disponga de un PR.

Municipalidad de Esparza

El PR está en proceso de elaboración por parte de la Escuela de Geografía de la Universidad Nacional, abarcando la totalidad del área del cantón. Se espera que el mismo esté aprobado hacia mediados del año 2 003.

En la actualidad ya se cuenta con los mapas de zonificación, los cuales están en proceso de ajuste con las autoridades municipales, y se están elaborando los reglamentos de uso.

Municipalidad de Parrita

No cuenta con Plan Regulador, y los lineamientos del uso del suelo los establece el Alcalde, en ocasiones en consulta con el Concejo Municipal

Municipalidad de Aguirre

Tiene un PR aprobado recientemente en el año 2 003, el cual está en la actualidad en cuestionamiento por parte del Concejo Municipal en algunas partes, ya que se considera que necesita ajustes en la zonificación, especialmente de lo que se consideran zonas de conservación y áreas verdes.

Este PR abarca únicamente una parte del distrito primero, Quepos, en tanto que no cubre del todo a los distritos de Savegre y Naranjito. El área tocada por el trazado de la línea de transmisión no está regulada del todo.

Municipalidad de Buenos Aires

Tiene un PR que comprende exclusivamente el centro poblado de Buenos Aires, es decir, una parte del distrito primero del cantón.

El distrito de Colinas no está incluido del todo.

Municipalidad de Osa

Dispone de un PR, que abarca únicamente el centro urbano de la ciudad de Cortés, es decir, apenas una parte del distrito de Cortés, de forma que la zona tocada por el trazado de la línea de transmisión no está regulada. El distrito de Palmar no está incluido en el mismo.

Municipalidad de Golfito

Tiene un PR que abarca únicamente la ciudad de Golfito, es decir, apenas una parte del distrito primero. El distrito de Guaycará, cuyo centro poblado principal es la comunidad de Río Claro, no está incluido del todo en el plan.

Municipalidad de Corredores

Existe un PR que se considera obsoleto en la actualidad, ya que tiene casi 20 años de haber sido aprobado, y que abarca únicamente el casco urbano de Ciudad Neilly. En este sentido, se considera que el mismo únicamente abarca una parte del distrito de Corredor, no cubriendo las áreas rurales del mismo, y prácticamente no se está utilizando desde la perspectiva de zonificación o reglamentos.

Es importante establecer que aparte de lo determinado en los Planes Reguladores Municipales, la línea de transmisión estaría potencialmente afectada por otra serie de estatutos jurídicos especiales respecto al uso de suelo, que comprenden principalmente los siguientes:

Parques Nacionales y Reservas Biológicas Nacionales

Al respecto es importante mencionar que los mismos están determinados como áreas de protección absoluta de los recursos naturales, especialmente en bosques y fauna, y que necesariamente cualquier uso que se quiera hacer de los mismos requiere contar con la autorización expresa del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), entidad que depende a su vez del Ministerio del Ambiente y la Energía (MINAE).

En este proyecto, el trazado de la línea de transmisión ha sido ajustado para evitar el paso por estas áreas.

Reservas Biológicas

Estas áreas tienen restricciones importantes, similares a las existentes para el caso de los Parques Nacionales. El trazado de la línea no toca ninguna de estas áreas.

Zonas de Protección Forestal

Estas áreas son relativamente abundantes en el país, y su administración en lo que se refiere a permisos de talas depende directamente del MINAE. Son áreas de propiedad privada cuyo uso se ha definido como forestal y en el que está restringida la corta de árboles y el cambio de uso del suelo la cual de todas formas requiere de permisos especiales que tienen que ser negociados, tanto con el MINAE como con los propietarios de los terrenos tocados.

Este tipo de zonas está presente en prácticamente todo el recorrido de la línea, pero su presencia es más importante en los cantones de Puriscal, Turrubares, Orotina, San Mateo, Pérez Zeledón, Aguirre, Osa y Golfito.

Distrito de Riego Arenal – Tempisque

Esta es un área que tiene una regulación propia desde la perspectiva del uso del suelo, que restringe el uso del mismo a la actividad agropecuaria y más recientemente a la acuicultura.

Esta zona se ubica en la provincia de Guanacaste, abarcando principalmente áreas de los cantones de Bagaces y Cañas.

A nivel de regulaciones y administración, este distrito depende del Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA), el cual le ha conferido una administración propia para el distrito, con su propia Junta Coordinadora con representantes de los gobiernos locales (municipalidades de Cañas y Bagaces), diversas instituciones y otros representantes de sectores (beneficiarios del riego, iglesia católica, etc.).

Desde el punto de vista de la línea de transmisión, la única restricción existente es que la misma no debe afectar la infraestructura de riego en lo que se refiere a canales y otras obras.

Zona Marítimo Terrestre

Estas áreas tienen un estatuto legal complejo, que involucra a diversas instituciones estatales y a los gobiernos locales. Al separarse el trazado de la línea de las áreas costeras, no se afecta de ninguna forma a estas zonas en ninguno de los cantones.

Áreas de Patrimonio Histórico y Cultural

Las áreas en las que se ubica alguna construcción determinada como patrimonio histórico, tienen un estatuto especial de protección que limita cualquier obra que pueda afectar a las construcciones u otras obras definidas como tales.

En las áreas atravesadas por el trazado, no se determinó ninguna zona de este tipo, ni en las consultas realizadas a nivel de los gobiernos locales se manifestó la necesidad de proteger ninguna área de este tipo.

B.2.4.1. Uso de la tierra, líneas y proyectos de desarrollo e impacto de la línea de transmisión

Como ya se ha expuesto en otras partes de este documento, en su mayor parte el trazado de la línea de transmisión transcurre por áreas rurales, de población dispersa y de topografía quebrada, sobre terrenos en su mayor parte cubiertos de pasturas o de bosques.

Asimismo, ese trazado se aleja suficientemente de las zonas costeras y otras áreas turísticas, de forma que no existe ninguna afectación ni actual ni prevista para el futuro próximo de la línea de transmisión con esas áreas.

Es importante considerar que, además de alejarse de las zonas costeras, el trazado asimismo se separa de las zonas altas con vista a la costa, en las que el paisaje se ha convertido en un activo que incrementa el valor del terreno y un atractivo para la inversión en turismo y en la construcción que quintas y casas de veraneo.

En este sentido, y con la excepción de los cantones de Esparza y Orotina, se puede afirmar que no existe una contradicción manifiesta entre el proyecto que se está evaluando y las líneas generales de desarrollo establecidas a nivel local y regional.

En los cantones mencionados la contradicción se manifiesta no tanto en el uso actual del suelo, sino más bien en lo que los gobiernos locales consideran como líneas de desarrollo deseables hacia el futuro próximo. Si se analiza el trazado contra el uso actual de la tierra, se puede afirmar que en esos distritos no existiría una contradicción manifiesta entre ese uso y el proyecto.

Sin embargo, a partir de las líneas de desarrollo analizadas a partir de la información demográfica y de las manifestaciones de los dirigentes de los gobiernos locales, surgen una serie de contradicciones.

En primer lugar, y como ya se ha analizado, terrenos que en la actualidad aparecen dedicados a uso agropecuario están proyectados a ser utilizados en el futuro para el desarrollo habitacional. En este sentido, se plantea que el paso de la línea de transmisión se convertiría en un limitante hacia ese uso futuro, lógicamente en las áreas atravesadas directamente por el paso y, eventualmente, en algunos terrenos aledaños.

En segundo lugar, en estos dos cantones se viene proyectando un uso del suelo que se puede considerar recreativo, en el sentido de su utilización para la construcción de casas de veraneo, instalaciones recreativas y similares, destinados a su utilización por personas que no serían residentes permanentes de la zona. Este tipo de uso se viene expandiendo en estas áreas, y se espera que lo haga más en el futuro inmediato.

Lógicamente, este uso proyectado, que aparece como más atractivo en la perspectiva de la construcción y operación de la carretera Ciudad Colón – Orotina, significa un mecanismo para la realización de una venta de la tierra a un precio superior que el que se obtendría si se utilizara para fines agropecuarios o forestales, con un beneficio importante para la población local.

Asimismo, las actividades conexas que este tipo de utilización de la tierra conlleva generarían impactos importantes a nivel de la inversión y del empleo. En las casas de recreo se genera empleo para la atención y mantenimiento de viviendas, jardines, instalaciones deportivas, etc., que podría tener un impacto beneficioso en la población local. Asimismo, la visitación generada por la existencia de esas casas de recreo e instalaciones recreativas, generaría un mercado de cierta importancia para el comercio local.

Además, una utilización más intensiva del suelo en mayor número de propiedades, y de valor incrementado, sería un mecanismo para el incremento en la generación de ingresos para los gobiernos locales, en la forma de impuestos.

En tercer lugar, se ha manifestado la intención, especialmente en el cantón de Orotina, de delimitar áreas industriales que posibiliten la atracción de inversiones, especialmente en el distrito de Ceiba, que podrían verse limitadas en algún sentido por el trazado de la línea.

Si bien es claro que estos efectos son focalizados en áreas muy específicas de los dos cantones mencionados, son importantes de considerar ya que pueden ser la fuente de generación de oposición hacia el proyecto, tanto por parte de los gobiernos locales como por parte de los propietarios individuales en el área específica del trazado de la línea.

Se puede afirmar que, aparte de estas contradicciones focalizadas en estos dos cantones, en el resto de las áreas no existe una contradicción manifiesta entre el uso actual de la tierra o el proyectado a un futuro inmediato o de mediano plazo, y el trazado de la línea de transmisión.

Como ya se ha mencionado, se trata de áreas de uso agropecuario y forestal, de población rural dispersa prácticamente en su totalidad, y en la cual los cultivos predominantes son de porte bajo, de forma que no habrían interferencia con la construcción y operación de la línea de transmisión.

Es importante señalar que, si bien uno de los cultivos que se encuentra en gran escala en gran parte de la región atravesada por la línea de transmisión, en los cantones de Aguirre, Osa, Golfito y Corredores, es la palma aceitera o africana, el trazado específico de la misma evita el tránsito por las áreas de esas plantaciones, evitando las zonas bajas y de planas, que se utilizan para las mismas. Asimismo, el trazado se separa de las zonas que potencialmente podrían ser utilizadas para la expansión de ese cultivo en el futuro, de forma que en los cantones en que el mismo está presente, la línea está trazada por la zona montañosa, de topografía más irregular.

Es importante manifestar que el cultivo de palma aceitera y el procesamiento agroindustrial de la producción es definido como uno de los rubros prioritarios a desarrollar, especialmente en la forma de mejoramiento genético de las plantaciones y apoyo al procesamiento, por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para las regiones Pacífico Central y Brunca (MAG. Plan de Desarrollo Agropecuario Regional 2 002 – 2 006. Región Pacífico Central. Sector Agropecuario. Octubre 2 002, y MAG. Región Brunca. Propuesta de Proyectos a Desarrollar por el Sector Agropecuario, 2 002).

En lo que se refiere a la producción ganadera, es claro que no existe ninguna contradicción entre esta actividad y la construcción y operación de la línea de transmisión, ya que el cultivo de pasturas y forrajes no se ve afectado, como tampoco el pastoreo en repastos y potreros.

En este rubro las líneas de desarrollo se encaminan hacia una mayor tecnificación de la actividad, especialmente en lo que se refiere a la ganadería de carne³¹, con la producción de forrajes que permitan un mejor manejo de los hatos en la época seca, y el aumento de la carga de animales en las explotaciones. Asimismo, una línea importante se refiere a la reactivación de la actividad de la cría, con la finalidad de recuperar el tamaño del hato nacional. Esta actividad se encuentra ampliamente difundida por todas las zonas del proyecto, pero es una línea promovida fuertemente en la Región Chorotega (MAG. Plan de Desarrollo Agropecuario Regional 2 002 – 2 006. Región Chorotega. Sector Agropecuario, 2 002)

La agricultura en general no experimentaría ninguna limitación derivada del proyecto. En este rubro las líneas de desarrollo prioritarias se encaminan a la reactivación de la actividad arrocera, especialmente en la Región Chorotega y en la zona de riego, el incremento de la producción de frijol con la finalidad de mejorar la alimentación y aumentar la seguridad alimentaria, y la promoción de los cultivos de exportación, especialmente en lo que se refiere a raíces y tubérculos, palmito y plantas ornamentales.

En lo que se refiere a la producción de caña de azúcar, es importante señalar que este cultivo es ampliamente cultivado en la zona de riego del Proyecto Arenal – Tempisque, en la Región Chorotega. Es importante señalar que en el caso que este cultivo se realice en las áreas directamente atravesadas por el paso de la línea de transmisión, debe erradicarse en ellas la costumbre de quemar el cañal antes de la corta, ya que existen experiencias previas de que esa práctica es inconveniente para el buen funcionamiento de las instalaciones de la línea.

En la región Brunca, la Junta de Desarrollo Regional de la Zona Sur, tiene definidas entre sus líneas prioritarias en el sector agropecuario promover el aprovechamiento de la producción de desecho de piña, que se cultiva ampliamente para la exportación, en la fabricación de jugos, con destino al mercado nacional y eventualmente para la

³¹ Debe considerarse que la ganadería de leche tiene un alto nivel de tecnificación, tanto en lo que se refiere a la utilización del suelo, la producción de forrajes y la alimentación suplementaria, como en lo relativo a la calidad del hato y el procesamiento agroindustrial del producto.

exportación (JUDESUR. Plan de Desarrollo de la Zona Sur. Una oportunidad para crecer. Golfito, 2 003).

Es importante señalar que JUDESUR además ha definido como una de sus líneas de trabajo la promoción del turismo, especialmente en las zonas costeras.

En lo que se refiere a la actividad forestal, es una línea a la que se pone mucha atención, tanto desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales como de la producción de madera. Es importante considerar que la generación de plantaciones se ha expandido mucho especialmente en zonas quebradas, que son las áreas por las que transcurre la mayor parte del trazado de la línea.

Es claro que especialmente en el proceso constructivo deberán eliminarse algunos árboles, por lo que puede considerarse que habría algún impacto sobre estas plantaciones derivados de la construcción y operación de la línea de transmisión. Es importante que el diseño de las obras reduzca al mínimo la afectación de plantaciones y otros bosques.

B.2.5. Comunidades Indígenas

Las Reservas indígenas son áreas que tienen un estatuto especial que restringe el uso de las mismas para todo tipo de obras, de forma que se tiene que tomar el parecer de las comunidades existentes y contar con su anuencia. Estos derechos incluso están estipulados en diversos convenios internacionales de los que el país es signatario.

El trazado de la línea de transmisión no afecta en lo absoluto ningún territorio indígena, razón por la que en este caso la consulta fue innecesaria.

Sobre este punto es importante aclarar que en lo que respecta a las Reservas Indígena Brunca de Boruca y de Rey Curré, el área de dos kilómetros a ambos lados de la línea de transmisión toca en una parte pequeña al territorio indígena, en una zona totalmente despoblada y que no va a ser afectada en lo absoluto por la construcción de las obras y por su operación. La línea pasa a una distancia aproximada de un kilómetro del límite de ambas reservas, en una zona totalmente despoblada, por lo que no es previsible ningún efecto en lo absoluto, ya que no se realizaría ningún tipo de obra en el interior de esas reservas.

Un fenómeno similar ocurre respecto a la Reserva Indígena Guaymí de Abrojos-Montezuma, en la que si bien la franja de dos kilómetros a ambos lados de la línea toca en una pequeña zona al territorio indígena, la distancia entre la línea de transmisión y el límite de la reserva es de más de un kilómetro, no existiendo ningún tipo de afectación de la reserva.

B.2.6. Patrimonio Histórico Cultural

B.2.6.1. Presentación

El presente documento brinda una serie de recomendaciones sobre el Patrimonio Histórico Cultural de Costa Rica, con base en elementos técnicos derivados de la Arqueología, como parte de los estudios complementarios adjuntos a la actualización del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) que se han realizado con el fin de analizar, desde el punto de vista medioambiental, y en este caso del patrimonio cultural, el Proyecto denominado “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (en adelante denominado como Proyecto SIEPAC) a su paso por Costa Rica.

En el área de estudios de la ruta en cuestión, se indica la presencia de 83 sitios arqueológicos, con base en el registro que para ese efecto lleva el Museo Nacional de Costa Rica (MNCR, 2 003).

A los datos obtenidos se asignó una valoración, la cual se analizó en términos de la información que suministraron sobre su significado en relación con las obras del Proyecto, dando como resultado una propuesta de Evaluación Arqueológica en la zona de intervención del Proyecto SIEPAC, la cual debe ser conocida y autorizada por la Comisión Arqueológica Nacional (CAN).

La aprobación por parte de la Comisión Arqueológica Nacional (CAN) de esta propuesta, responde a que es una entidad establecida por la Ley No. 6703 (publicada en La Gaceta No. 12 del 19 de enero de 1 982, la cual está vigente) y en cumplimiento del Decreto No. 28174 -MP-C- MINAE- MEIC que establece la necesidad de regular la realización de los estudios arqueológicos dentro del país con el fin de conservar el Patrimonio Cultural; para lo cual las entidades públicas y privadas tienen una garantía en la calidad del proceso de investigación arqueológica.

En resumen, las acciones a seguir con el fin de la protección de patrimonio arqueológico son: 1- evaluación arqueológica previa a la ejecución de las obras, con trabajo en el campo, a fin de confirmar la presencia o ausencia de esta evidencia cultural en los tramos del trayecto, misma que deberá ser aprobada por la Comisión Arqueológica Nacional, que consiste de dos partes: a- Reconocimiento y b- Pozos de sondeo en caso que no se encuentre evidencia durante el reconocimiento; 2- Evaluación Arqueológica de Prospección, que se lleva a cabo en aquellos lugares que reportaron la probable existencia de evidencia cultura. De acuerdo con la cantidad y tipo de evidencia la CAN podría recomendar estudios más a fondo y 3- Supervisión arqueológica durante el proceso de construcción. En caso de hallazgos durante la obras se procederá con el respectivo rescate.

El presente informe tiene como objetivo aportar las recomendaciones a seguir en relación con las evidencias culturales que la arqueología reconoce como parte del Patrimonio Cultural del País.

B.2.6.2. Objetivos

Con el propósito de brindar recomendaciones sobre el Patrimonio Histórico Cultural dentro de los límites del Proyecto SIEPAC, este informe se adecuó a los perfiles y parámetros del Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC). Asimismo tuvo que ser considerado en el transcurrir de varias regiones por las que atraviesa, por tal motivo los objetivos debieron ser de una cobertura tal, que satisficiera los intereses de la institución contratante así como los intereses en la conservación y protección del Patrimonio Cultural que la investigación arqueológica puede contribuir, con miras a la formulación de una evaluación arqueológica más detallada.

Por consiguiente se planteó un objetivo general y cuatro objetivos específicos a alcanzar dentro del producto final de este documento, elaborando recomendaciones para realizar investigaciones arqueológicas a futuro.

B.2.6.2.1. Objetivo General

Establecer la existencia o no de evidencia arqueológica en el corredor del Proyecto SIEPAC mediante la valoración de sus características a fin de brindar recomendaciones para la conservación y protección del Patrimonio Cultural.

B.2.6.2.2. Objetivos Específicos

Realizar un inventario y localización de los sitios arqueológicos reportados hasta el momento por el Museo Nacional de Costa Rica, dentro del corredor del Proyecto SIEPAC.

Establecer elementos relevantes en los sitios que se identifiquen, para que sean incorporados como parámetros con el fin de contribuir en la redefinición del trazado final del trayecto del Proyecto SIEPAC.

Valorar los Sitios Arqueológicos que se identifiquen en función de sus características básicas para establecer la posibilidad de realizar investigaciones arqueológicas antes y durante la etapa de ejecución de las obras de construcción.

Brindar recomendaciones sobre el manejo de la evidencia arqueológica en las zonas donde no se tienen sitios reportados, así como por la aparición sorpresiva o no proyectada, en términos de su incidencia legal, administrativa, científica, económica y logística, que pueda surgir en el proceso anterior y durante la ejecución de la construcción del Proyecto SIEPAC.

B.2.6.3. Metodología

Dado que se cuenta con una ruta preliminar definida de 437 Km. de longitud, por un ancho de 4 Km., lo que significa un total de 1 748 Km². en extensión para el área de estudio; se debe tomar en cuenta que no se tiene establecido ni definido donde se van a

colocar las torres ni los caminos de acceso; este trabajo se limitó a las actuales condiciones establecidas.

La metodología a seguir consistió en seis pasos, con un trabajo de gabinete sin efectuar trabajo de campo en esta etapa, según se indica a continuación:

1. Reconocer la ruta preliminar del trayecto del Proyecto SIEPAC, con el uso de las cartas topográficas para establecer el corredor del mismo.
2. Realizar una revisión bibliográfica para evidenciar la existencia de restos culturales mediante el inventario de los sitios arqueológicos reportados hasta el momento dentro del corredor del Proyecto.
3. Analizar los sitios arqueológicos y las obras a ejecutar en términos de establecer criterios que sirvan de fundamento del trazado final de la ruta y contribuir a la conservación y protección de los mismos.
4. Analizar las características básicas de los sitios arqueológicos identificados en términos de su localización, cronología y naturaleza, organizando la información mediante cuadros, gráficos y un mapa temático, con el fin de obtener resultados que sirvan para establecer recomendaciones sobre el tratamiento de la evidencia arqueológica, en los tramos en que se ubiquen.
5. Aportar recomendaciones sobre el resto de los tramos donde no se ha identificado evidencias culturales, antes y durante el proceso de construcción de las obras dentro del marco del Proyecto.
6. Brindar recomendaciones sobre la aparición o el hallazgo de nuevas evidencias y materiales culturales no previstas o por aparición sorpresiva durante en el proceso de construcción de las obras dentro del marco del Proyecto.

En general el procedimiento consiste en responder posibles preguntas que permitan sustentar las conclusiones y recomendaciones con base en el análisis de las características y los resultados de la información obtenida.

B.2.6.4. Resultados Arqueológicos

B.2.6.4.1. Evidencia Arqueológica

La evidencia arqueológica tiene una manifestación física: son restos materiales sujetos de identificación y clasificación. Pueden dividirse en dos grandes grupos: por un lado, están los que se hayan en el terreno en un espacio geográfico determinado. A éstos se les puede determinar su extensión e inclusive su composición, en cuanto a los materiales que intervienen (orgánicos e inorgánicos), así como su distribución o arquitectura. Esta última puede ser solo de unos cuantos metros hasta varias hectáreas de extensión, con la presencia de uno o varios tipos de restos culturales asociados o no entre sí. A este conjunto de evidencias que están en el campo se denomina “sitio arqueológico”, para

efectos de protección y conservación en cuanto a la legislación sobre el Patrimonio Cultural. A estos sitios se les ha establecido una clasificación por tipo o naturaleza dependiendo de su composición y arquitectura.

Hasta el momento no se ha establecido una importancia relativa entre un tipo y otro para efectos de una eventual categorización, esto por problemas en la calidad de la información recabada de éstos, donde los investigadores y responsables del Patrimonio Cultural han debido intervenir motivados por la destrucción, el huaquerismo, el impacto por el desarrollo urbano y turístico, la expansión de la frontera agrícola y el desarrollo de obras públicas y privadas de todo tipo, como el caso de carreteras y proyectos de riego, entre otras.

Entre las dificultades de la información para establecer algún parámetro comparativo entre un sitio y otro, destaca la localización en coordenadas. Por ejemplo hay datos distintos entre un informe de campo y la ubicación final en las hojas cartográficas que lleva el Museo Nacional de Costa Rica, de ahí que en el transcurso de este trabajo se haya tenido que cambiar las listas de localización de los sitios y sus coordenadas debido a estas inconsistencias. Además, las coordenadas marcan un punto que en arqueología se le denomina el “punto alfa”, el cual puede estar en un lugar arbitrario que definió el investigador a su criterio y conveniencia, con un margen de error con respecto a su ubicación de 100 m alrededor del mismo, y no necesariamente corresponde al centro del sitio o a un determinado extremo del mismo.

En cuanto a la extensión y la profundidad del material, en muchos casos no se indica con exactitud. Por otra parte, la dinámica del suelo puede afectar la deposición de los mismos en el terreno. En cuanto a la arquitectura y composición, en algunos casos es compleja y generalmente no se describe o no queda claro, por lo que no se han establecido normas o patrones con exactitud, pues para ello se requerirían excavaciones completas del sitio.

La categorización en cuanto a los períodos culturales, así como su localización en el espacio en regiones culturales, también ha limitado la posibilidad de establecer algunos parámetros. Lo anterior pues el material que sirve de marcador cronológico presenta zonas de producción y distribución, además de lapsos de tiempo que son amplios y de distintos tamaños.

La manufactura de cerámica, como uno de los marcadores más importantes a utilizar, muestra algunas dificultades debido a su variabilidad. En muchos casos la tipología empleada ha variado en cuanto a la valoración de las formas, diseño y decoración de las mismas, así como la distribución geográfica. Para la Región de Guanacaste (La Gran Nicoya), ha variado con el tiempo basado en nuevos análisis y el reacomodo de los complejos cerámicos (los grupos de vajillas establecidos) en denominaciones de períodos diversos. Una situación distinta se ha dado para la Región Central (específicamente el Pacífico Central) y la Región de la Gran Chiriquí (específicamente El Diquís), pues pese a los análisis y reacomodos de los complejos cerámicos, los períodos y sus denominaciones han sido más consistentes.

Sin embargo, las características de estos lapsos de tiempo varían según la región cultural de que se trate. En algunos, en el ámbito local, por razones de ausencia de

investigaciones y de datos, la interpretación de los mismos se torna difícil. Es por ello que los datos que se presentan para cada región y período son generales, con el fin de tener una idea de sus características.

El otro grupo en que se puede clasificar la evidencia cultural, corresponde a los objetos, que en sí consisten en restos materiales que pueden ser transportados a otro lugar, orgánicos e inorgánicos (huesos, piedras, cerámica, etc.). La legislación nacional establece normas para la posesión y tenencia de los mismos, su custodia y uso.

También la valoración de la evidencia cultural ha variado con el tiempo, pasando de una concepción de sitios monumentales a sitios con información, indistintamente de su monumentalidad; de objetos a datos. Ello dio lugar a que en épocas anteriores se omitiera el registro de sitios que no eran monumentales o que su descripción fuera muy simple, muchos de los cuales no se volvieron a estudiar. En otros casos el énfasis estuvo en la búsqueda y obtención de dichos objetos (principalmente en la búsqueda de tumbas y sus ofrendas), dejando de lado otros datos del mismo, como su localización, asociación con otras evidencias y en general otra información que pudieron suministrar.

La situación es que se puede encontrar un sitio habitacional y no necesariamente asociarlo con el funerario, en tiempo o en distancia; mientras que se puede localizar un cementerio pero no así el asentamiento de donde procedía la gente o la gente relacionada con este.

Por último, un sitio se reconoce con la presencia de fragmentos de cerámica, objetos tallados en piedra, por ciertos rasgos arquitectónicos apoyados en piedras y por huellas de otras evidencias orgánicas que allí se dieron; en muchos casos los sitios están perturbados por diversas razones, lo cual hace difícil su descripción.

Por su parte, cuando se está ante la presencia de la ejecución de una obra pública o privada, un órgano creado por ley establece ¿cuándo se puede prescindir (eliminar) un sitio arqueológico o no?, y ¿cuándo sustentar razones para dejar el sitio intacto desplazando la obra hacia otro lugar?

Por tanto, los resultados a presentar en este trabajo se referirán al grupo de evidencias culturales donde se localiza o localizaron en el campo, con su emplazamiento geográfico, a fin de obtener una valoración de las evidencias culturales que estos sitios aportan y plantear recomendaciones en pro de la Conservación de los mismos.

B.2.6.5. Inventario de sitios arqueológicos

Para lograr el inventario de sitios arqueológicos se reconoció la ruta inicialmente planteada en términos de su trayecto mediante el uso de varias cartas topográficas, con estas se realizó una comparación con las cartas que lleva el Museo Nacional de Costa Rica y su Banco de Datos a fin de establecer el inventario de sitios arqueológicos registrados en todo el tramo, ubicándose una cantidad de 83 sitios arqueológicos distribuidos a lo largo del trayecto, con un emplazamiento geográfico particular (Ver Mapa 17).

Lo anterior se logra mediante la solicitud de previo a las autoridades del Museo Nacional de Costa Rica, quienes llevan dichos registros, para la obtención de información sobre la existencia de sitios arqueológicos registrados hasta el momento, y bajo su anuencia se procedió a realizar la comparación con sus mapas así como de algunos expedientes de los sitios arqueológicos en cuestión. Hay que destacar que esta información tiene un uso restringido y gozan de un carácter confidencial; dentro de los datos obtenidos están: nombre del sitio, clave del sitio, localización del mismo en términos de coordenadas Lambert, naturaleza del sitio y temporalidad.

Realizado este inventario con su respectiva localización, se hizo necesario sustentar las razones de su existencia y sus características de las sociedades pasadas, y con ello establecer los mecanismos para proteger y conservar el Patrimonio Cultural que estos representan, con el fin no perjudicarlos y, en caso necesario, desplazar la ruta de la obra hacia otro lugar, evitando un impacto negativo sobre ellos.

La información sobre los sitios arqueológicos y su emplazamiento geográfico fue aportada a la consultora mediante un cruce de coordenadas como punto de referencia de la existencia de cada sitio arqueológico, a este punto se le estableció un radio de 250 m, y como ya se mencionó, se define con un margen de error de 100 m, en forma arbitraria y por conveniencia con el objetivo de que en un sistema de información geográfico se lograra que, junto con otros componentes medioambientales, se redefiniera la ruta; en la cual el trazo no traspase ninguno de estos puntos y su radio estableciera una medida de mitigación del impacto negativo que las obras a ejecutar pudieran provocar sobre la evidencia cultural presente, lo anterior como una medida preventiva.

Es necesario aclarar que estas evidencias materiales no necesariamente responden a un fenómeno natural sino cultural. Pese a ese perímetro de seguridad, se procedió a evaluar las características básicas que los sitios aportaron en términos de su información particular, además se acompañan datos que otros investigadores y responsables del Patrimonio Cultural tienen registrados para cada uno de ellos, además de otros que son de interés en las regiones culturales por la que transcurre la línea.

En gran parte del trayecto no se tienen registrados sitios arqueológicos, esto debido a varias razones, una de ellas es que puede que existan y que no se hayan descubierto; otra es que puede ser que no existan. En el caso de que existieran, puede ser que no se hayan reportado, derivado del propósito de su hallazgo o por actividades humanas recientes (huaquerismo, obras urbanas y turísticas), con el fin de eludir trámites y gestiones administrativas y legales.

Los elementos previos y las razones indicadas anteriormente hacen quizás difícil el establecer algunos parámetros para señalar una importancia relativa entre los distintos sitios, así como una valoración de su información, para efectos de evaluar los sitios registrados y los que se pueden hallar.

Pese a ello, se presenta la información que se obtuvo de estos sitios y el contexto de las zonas donde se encuentran, aportando elementos para interpretar tendencias en el desarrollo sociocultural sobre estas sociedades pasadas.

B.2.6.6. Evidencia arqueológica

En la ruta en cuestión, se reportan dentro del área de estudio del Proyecto SIEPAC 83 sitios arqueológicos, con diferentes grados de información.

En este apartado es importante mencionar que en lo que se refiere a información poblacional para lo que hoy día se conoce como Costa Rica, la información data desde el año 10 000 antes de Cristo (a.C.) hasta la llegada de los hispanos, aproximadamente en el año 1 550 después de Cristo (d.C.), denominando este lapso de tiempo como el “Período Precolombino” o “Período Prehispánico”, según unos y otros autores, con varios períodos socioculturales sucesivos, que inclusive continúa hasta nuestros días, con algunos grupos humanos costarricenses. La mayor antigüedad que dan los datos de los sitios registrados dentro del área de estudio del Proyecto SIEPAC, lleva no más allá del año 500 a.C.

En cuanto a la evidencia arqueológica del área, interesa la descripción que se hará en función de su localización espacio-cultural, su período temporal, con miras a comprender y rescatar la información que puedan suministrar sobre el conocimiento de las sociedades pasadas en estas zonas. Los elementos culturales de su ocupación, se presentan en secuencia, según los distintos períodos de desarrollo sociocultural reportados hasta el momento, así como en el ámbito donde las sociedades se asentaron, explotaron y transformaron el medio ambiente en su transcurrir en el tiempo.

B.2.6.7. Resultados generales

En términos arqueológicos la ruta el Proyecto SIEPAC transcurre por tres Sub Regiones Culturales establecidas para Costa Rica, además, arqueológicamente se ha establecido una clasificación que agrupa distintos lapsos de años para efectos de un control de tiempo, en períodos culturales para cada una de las distintas regiones en que se divide el territorio de lo que hoy es Costa Rica; estos lapsos de tiempo no necesariamente corresponden exactamente unos con otros, véase el Cuadro B.2.129.

La localización de los 83 sitios en el total del trayecto aportan algunas observaciones especiales, nótese que en el gráfico No. 61 hay ciertas concentraciones en algunas de las zonas, ya sea porque se realizaron investigaciones arqueológicas anteriormente o por haber sido reportados como hallazgos ocasionales.

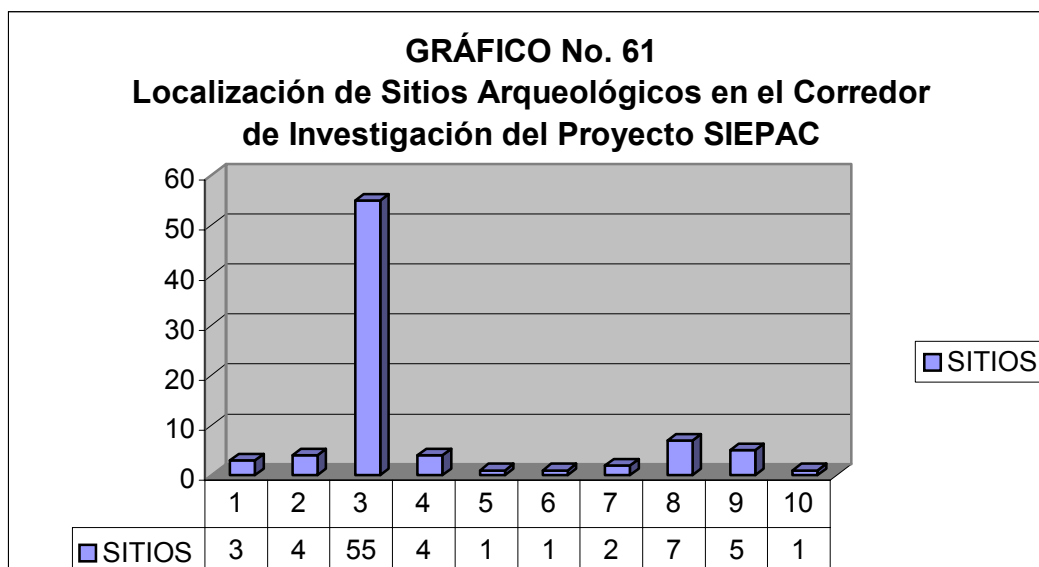
Nótese, también, que 66 % (55) de los sitios se localizan en el tramo CR-3; 8 % se localizan en el tramo CR-8. (Río Uvita - Palmar Norte) cercanos a Coronado, Chontales y Balsar; y 6 % en el tramo CR-9. (Palmar Norte - Río Lagarto), todo esto debido a proyectos de investigación regionales que permitieron registrar la presencia o ausencia de la evidencia arqueológica (gráfico 1).

Cuadro B.2.129. Lapsos de Tiempo, Modos de Vida y Períodos Culturales por Región.

Categoría	Lapso de Tiempo	Modos de Vida	Gran Nicoya	Sub Region Arenal	Pacífico Central	Sub Región Diquís
A	12 000 al 8 000 a.C.	Primeros pobladores	Paleoindio			
B	8 000 al 4 000 a.C.	Cazadores y recolectores	Arcaico			
C	4 000 al 1 500 a.C.			Fortuna		
CH	1 500 al 500 a.C.	Aldeano Iguaitario	Orosí	Tronadora	Barba	Sinancrá
D	500 a.C. al 300 d.C.	Aldeano Cacical	Tempisque	Arenal Temprano	Pavas	Aguas Buenas
E	300 al 800 d.C.		Bagaces	Arenal Tardío	Curridabat	
F	800 al 1350 d.C.		Sapoá	Silencio	Cartago	Chiriquí
G	1 350 al 1 550 d.C.		Ometepe	Tilarán		
H	1 550 al 1 821 d.C.	Período Colonial o Histórico	Período Colonial o Histórico		Período Colonial o Histórico	Período Colonial o Histórico

En el cuadro B.2.130 se ubican los sitios registrados para cada una de las regiones y los períodos culturales a que corresponden en forma general.

En términos de períodos de tiempo y naturaleza o tipo de sitios en que se clasifican los datos, más que aportar elementos claves, tienden a ser poco claros para las personas que no conocen la materia arqueológica, de ahí que para efectos de presentación de los resultados, se hiciera necesario el exponerlos para cada tramo del Proyecto SIEPAC, según la región cultural donde se localizaron, iniciándose en el norte y continuando hacia el sur.



Cuadro B.2.130. Sitios Arqueológicos por Regiones y Períodos Culturales.

Región	Sub Región	No. Sitios	Período Cultural
Gran Nicoya	Guanacaste	62	Tempisque – Bagaces – Sapoá
Central	Pacífico Central	6	Pavas
Gran Chiriquí	Diquís	15	Aguas Buenas – Chiriquí

B.2.6.7.1. La Gran Nicoya.

Esta Región, conocida como La Gran Nicoya, se extiende desde el sur de Nicaragua hasta el noreste de Costa Rica. En el sector costarricense se le denomina Sub Región Sur o Guanacaste, que comprende la actual Provincia de Guanacaste y el sector norte de la Provincia de Puntarenas.

Las evidencias en cuanto a la manufactura de la cerámica y la talla en piedra, junto con otros elementos culturales, han particularizado esta región como la parte del límite sur del área de influencia Mesoamericana, desde México hasta esta parte de Costa Rica.

En esta Sub Región se ubicaron 62 sitios arqueológicos y en ella se localizan tres tramos del Proyecto SIEPAC. Los datos proceden de varias investigaciones efectuadas en esta región, con las siguientes características generales en cuanto a período de tiempo y naturaleza que suministran los sitios en particular; acompañándolas con datos de otras investigaciones, como se mencionó anteriormente.

Tramo CR-1.

Este es el tramo denominado CR-1. (Peñas Blancas - P.N. Guanacaste), comprende el espacio entre la frontera norte con Nicaragua, Peñas Blancas y el Parque Nacional Guanacaste. Este tramo guarda una dirección predominantemente sur, en esta se localizan tres sitios arqueológicos, los que se presentan en el cuadro B.2.131.

Cuadro B.2.131. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-1

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
2	611	RSV-57	Sin Nombre	SD	SD
3	610	RSV-56	Sin Nombre	SD	SD
4	628	RSV-68	Sin Nombre	Caverna	SD

SD: Sin Datos.

Sobre estos sitios se tiene poca información de sus características salvo el señalado como una caverna.

B.2.6.7.1.1. Guanacaste Oriental.

Esta Región, conocida como La Gran Nicoya, se extiende desde el sur de Nicaragua hasta noreste de Costa Rica, en el sector costarricense se le denomina Sub Región Sur o Guanacaste, que comprende la actual Provincia de Guanacaste y el sector norte de la Provincia de Puntarenas, en ella se han identificado varias zonas entre estas la que se denomina “Guanacaste Oriental” o “Arenal – Tilarán”.

Hay que destacar que algunas investigaciones se han venido realizando desde la década de los 70, con varios propósitos; uno de estos fue el establecer y comprender los pasos naturales a través de la Cordillera entre Guanacaste - San Carlos, como corredor en el pasado, posteriormente se incluyó otros pasos naturales como el de entre los Volcanes Miravalles y Tenorio; por último el paso entre el Volcán Arenal y Tempisque por el sector de Cañas.

Estas rutas o pasos naturales permitieron el paso desde La Gran Nicoya, el lago de Nicaragua y las llanuras de San Carlos para el intercambio comercial, de información, de innovaciones culturales y redes sociales en diversos ámbitos del Istmo en tiempos precolombinos.

También se realizaron investigaciones relacionadas con la actividad volcánica en términos de fechar acontecimientos pasados de las erupciones en relación con las sociedades pasadas, tanto en las faldas del Volcán Miravalles para el Proyecto Geotérmico y en el Proyecto Hidroeléctrico Arenal. En este último, las investigaciones en torno al Arenal tuvieron la facilidad de realizar un trabajo exhaustivo en términos de localizar sitios arqueológicos, su naturaleza, y los elementos intervinientes culturalmente, con un control del tiempo y la aplicación de fechamientos con técnicas de Carbono 14 a nuestras relacionadas con material cultural.

Tramo CR-2.

En este sector se registraron 4 sitios arqueológicos, según se indica en el cuadro B.2.132.

Cuadro B.2.132. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-2

No Sitio	Expediente	Código Sitio	Nombre Sitio	Período Cultural
1	608	69 IV 54	Sin Nombre	SD
2	1110	G 358 LR	La Rubia	SD
3	1685	G 353 TM	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
4	1104	G 350 ET	El Trigal	SD

SD: Sin Datos.

El sitio G 353 TM corresponde a la Fase Arenal Tardío, con un lapso de tiempo de 0 al 800 d.C.; lo que correspondería al Período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.) de la región de la Gran Nicoya. Se registraron 3 sitios más pero no se tiene información de estos.

Para estos períodos, en general para la Región de la Gran Nicoya, se manifiesta con la presencia de un aumento dramático en el número y tamaño de los sitios.

En general para la Región, en cuanto a los enterramientos para este período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.), consisten, de la presencia de cementerios conformados en montículos circulares construidos con bloques de piedra de gran tamaño, las medidas pueden variar desde 0,5 a 5 m de altura, y de 15 a 100 m de diámetro, bajo una cantidad de tierra y piedras. Los individuos fueron sepultados en forma flexionada junto con ofrendas como vasijas de varios tamaños y formas; en algunos montículos se ha reportado la presencia de mojones o pilares de piedra de hasta 2 m de largo, como marcadores u ofrendas (al estilo lápida).

Algunos investigadores mencionan que en el período que va del 500 a.C. al 300 d.C., en general para todo el país, se dio un cambio gradual en cuanto a una transformación de una sociedad tribal a una cacical, de una basada en las relaciones de parentesco o familiares en ausencia de una jefatura a otra basada en relaciones sociales económicas y espirituales, con la presencia de un líder o jefe, cacique o señor, hacia el último período (Sapoá, 800 al 1 550 d.C.).

Los datos apuntan a que se está en el desarrollo de un modo de vida denominado como "Aldeano Igualitario", que es fácilmente reconocido en todo el territorio nacional, y que se manifiesta en la Región de la Gran Nicoya, donde se da una ocupación de casi todo el territorio con asentamientos o viviendas permanentes durante el resto del tiempo desde el año 500 a.C. hasta el 1 550 d.C., pasando gradualmente de un período cultural a otro.

El sistema sociocultural parte de relaciones de grupos humanos emparentados familiarmente, con relaciones igualitarias entre los individuos, organizados en clanes o grupos de tipo tribal, dedicados a actividades de agricultura, cacería y la recolección, asociados a campos de cultivo para la agricultura, donde predominó el cultivo del maíz, además de otros sistemas mixtos como la semicultura (semillas) y la vegecultura (tubérculos y árboles); por tal, la actividad económica esta basada en la agricultura y la fabricación o manufactura de varios bienes.

Muchos sitios habitacionales corresponden a un patrón cultural de asentamientos permanentes y de poblamiento en muchas zonas, las viviendas cuentan con un grado de arquitectura en su construcción que fue haciéndose más complejo con el transcurrir del tiempo en ciertos territorios.

En Guanacaste, se han localizado sitios habitacionales cercanos a fuentes de agua, separados de los cementerios hasta por un kilómetro de distancia, iniciándose en el período más antiguo, Tempisque (500 a.C. al 300 d.C.), cambiándose a tener los cementerios combinados con las viviendas en el período más reciente (Sapoá, 800 al 1 550 d.C.).

La manufactura de la cerámica y la talla en piedra, han particularizado este sector como parte de la sub región del límite sur del área de influencia Mesoamericana, con diseños, formas y estilos de decoración muy particulares; que como marcador cronológico la cerámica representa mucho de las evidencias visibles de esta región como distinta de las otras.

La alfarería a partir del año 300 a.C. hasta el 300 d.C. (Período Tempisque) se le ha denominado también como Bicromo en Zonas, esto es con una decoración en zonas de las vasijas, consistente en el uso de dos colores alternados (engobe rojo y el color natural de la arcilla, separadas por líneas incisas), con algunos ensamblajes decorados localmente. Son comunes las escudillas o tazas, ollas globulares, vasijas con representaciones humanas (antropomorfas) o animales (zoomorfas), también realistas como estilizadas.

Para el siguiente período (Bagaces, 300 al 800 d.C.), se enfatiza la decoración policroma (tres o más colores) en la cerámica, el uso más común es el color negro, el crema y el rojo. La cerámica mejor elaborada se dedicó a dirigentes como al intercambio regional, las que se encuentran en el resto del país y que es propia de esta región.

La talla en piedra, la constituye la manufactura de objetos de jadeita y otras piedras verdes o blancuzcas, denominándosele como jades (cuarzo, calcedonia, ópalos, serpentinas, etc.); también hay las manos y metates de moler, así como instrumentos de piedra para las actividades de la agricultura y la preparación de alimentos, las que varían con el tiempo como se ha venido indicando en las ofrendas encontradas y descritas principalmente en las tumbas para cada período.

En cuanto a las actividades de producción de alimentos se dieron cambios en el tiempo, para el período Tempisque (500 a.C. al 300 d.C.), como se indicó anteriormente, la producción era para la subsistencia proveniente de una agricultura basada en el maíz junto con el cultivo del frijol y el ayote, complementadas con la caza, la pesca y la recolección de frutas y en ciertas zonas con acceso a las costas la recolección de moluscos marinos.

Para el periodo Bagaces (del año 300 al 800 d.C.), nuevamente el maíz como alimento presente, los frijoles y el chile, complementados con tubérculos y palmas; más la caza y la pesca, hay evidencias en algunos sitios de restos faunísticos de la caza del venado de cola blanca, zainos, garrobos, pavones, iguanas y tortugas terrestres. Se considera que la sobre explotación de la zona de Cañas a Liberia, motivó el abandono en este periodo hacia zonas costeras con acceso a las de actividades de extracción de moluscos marinos y la pesca marina.

En la zona de Cañas - Liberia los asentamientos tuvieron una extensión menor a una hectárea y habrían consistido en un conjunto de chozas para el período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.) dependientes de la calidad de los suelos y la disponibilidad de agua; mientras que para el período Sapoa (800 al 1 550 d.C.) los cambios son notables, los sitios aumentan de tamaño y los habitacionales alcanzan hasta 10 hectáreas, en los pequeños valles costeros.

En cuanto a la ocupación territorial, hay hipótesis explicativas que proponen algunos investigadores en el sentido que en el territorio comprendido entre lo que hoy día es Liberia y Cañas se dio un abandono o desaparición de los sitios que existían en esta sub Zona Arqueológica de Cañas – Liberia, debido a varios factores:

- 1- Por razones de actividades volcánica y sus consecuencias.
- 2- Por una combinación de fenómenos naturales y culturales que atentaron con las actividades que tienen que ver con la subsistencia y la disponibilidad de alimentos y campos de cultivo.
- 3- Por razones sociopolíticas, puesto que se conformó una frontera cultural y probablemente se dio una tensión político – militar en este período de tiempo entre las regiones culturales de la Gran Nicoya y la Región Central.

Tramo CR-3.

Este sector, se logró registrar en el tramo 55 sitios arqueológicos, como se puede apreciar en el cuadro B.2.133.

El sitio G 93 ET (El Tanque) correspondería a la Fase Arenal, Temprana como Tardía, correspondientes al período Tempisque (del 500 a.C. al 300 d.C.) y Bagaces (del 300 al 800 d.C.).

Los sitios G 975 G (Santa Gema), G 382, G 413 M (Murillo) y G 39 EA (El Armado) cuentan con una temporalidad que corresponde a la Fase Arenal Temprana y un lapso de la Arenal Tardía, siendo propiamente ubicables en el período Tempisque (del 500 a.C. al 300 d.C.).

Por su parte el sitio G 91 MS (Monte Sele) reporta una continuidad en el tiempo desde el 300 a.C. hasta el 1 350 d.C., correspondiendo a las fases Arenal, Temprano y Tardío y El Silencio, siendo los períodos involucrados Tempisque, Bagaces y Sapoá.

El sitio G 563 P-12 (Pozo) inicia en el lapso del 300 hasta 1 550 d.C., pasando por las fases de Arenal Tardío, El Silencio y Tilarán, y los períodos Bagaces, Sapoá y Ometepe.

A diferencia del anterior el sitio G 364, inicia igual en el 300 pero termina su existencia en el 1 350 d.C., sea las fases Arenal Tardío y el Silencio, los períodos Bagaces y Sapoá.

Por su parte los sitios G 565 Gr (Geranio), A 1421 Mn (Moncada) y A 142 RN (Río Negro) solo tienen su existencia en el último lapso más reciente del 1 350 – 1 550 d.C., correspondiendo a la Fase Tilarán y el período Ometepe.

Del resto de los 41 sitios arqueológicos sus datos corresponden a la Fase Arenal Tardío, correspondiente al período Bagaces (del 300 al 800 d.C.). A tres sitios no se les registra información de sus características.

En general para la Región de la Gran Nicoya, para el Período Tempisque del 500 a.C. al 300 d.C., aumentan la cantidad de asentamientos y los sitios con esta evidencia.

Para el Período Bagaces del 300 al 800 d.C. continúa el aumento de la cantidad de asentamientos en la zona, señalando lo descrito para Cañas y Liberia.

Cuadro B.2.133. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-3

No. Sitio	Expediente	Código	Nombre	Cronología
5	67	G 98 AI	Albertazzi	300 - 800 d.C.
6	833	G 14 Cf 1-2	Cofradía	300 - 800 d.C.
7	847	G 28 LH	Las Hamacas	300 - 800 d.C.
8	855	G 78 LM	La Manga	300 - 800 d.C.
9	858	G 81 EP	El Peladero	300 - 800 d.C.
10	859	G 82 LH	La Hamaca	300 - 800 d.C.
11	860	G 83 EA	El Aceituno	300 - 800 d.C.
12	861	G 42 Ch	Chicharra	300 - 800 d.C.
13	862	G 43 LU	La Unión	300 - 800 d.C.
14	880	G 62 EP	El Panamá	300 - 800 d.C.
15	883	G 65 LH	La Higuera	300 - 800 d.C.
16	887	G 848 V	El Vado	300 - 800 d.C.
17	892	G 91 MS	Monte Sele	300 a.C. - 1 350 d.C.
18	894	G 93 ET	El Tanque	500 a.C. - 800 d.C.
19	898	G 975 G	Santa Gema	500 a.C. - 300 d.C.
20	978	G 517 MN	Montano	300 - 800 d.C.
21	1019	G 521 EA	El Arado	300 - 800 d.C.
22	1022	G 523 M	Masavi	300 - 800 d.C.
23	1033	G 524 P	Pérez	300 - 800 d.C.
24	1050	G 287 Cc-1	Campamento Cañero 1	300 - 800 d.C.
25	1051	G 288 Cc-2	Campamento Cañero 2	300 - 800 d.C.
26	1052	G 289 Mo	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
27	1053	G 290 EB	El Baho	300 - 800 d.C.
28	1056	G 526 EP	El Portón	300 - 800 d.C.
29	1059	G 525 EM	El Madroño	300 - 800 d.C.
30	1062	G 299 RC	Rodelas del Corobici	300 - 800 d.C.
31	1074	G 527 EM	El Madero	300 - 800 d.C.
32	1085	G 528 EM	El Mirador	300 - 800 d.C.
33	1114	G 364	Sin Nombre	300 - 1 350 d.C.
34	1115	G 365	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
35	1116	G 366	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
36	1121	A 148	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
37	1122	G 372	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
38	1124	G 374	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
39	1125	G 375	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
40	1126	G 376	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
41	1132	G 382	Sin Nombre	500 a.C. - 300 d.C.

42	1133	G 383	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
43	1134	G 384	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
44	1164	G 413 M	Murillo	500 a.C. - 300 d.C.
45	1246	G 36 PÑ	Piñuela	300 - 800 d.C.
46	1669	G 38 LP	Los Pochotes	300 - 800 d.C.
47	1670	G 41 Ga	Gavilan	300 - 800 d.C.
48	1671	G 39 EA	El Armado	500 a.C. - 300 d.C.
49	1672	G 37 EC	El Cactus	300 - 800 d.C.
50	1872	G 563 P-12	Pozo	300 - 1 550 d.C.
51	1874	G 565 Gr	Geranio	1 350 - 1 550 d.C.
52	1877	G 568 QM-1	Quebrada Macuá 1	SD
53	1878	G 569 QM-2	Quebrada Macuá 2	SD
54	1879	G 570 EA	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
55	1887	A 140 Gy	Guayabal	SD
56	1888	A 1421 Mn	Moncada	1 350 - 1 550 d.C.
57	1889	A 142 RN	Río Negro	1 350 - 1 550 d.C.
58	1892	A 145 Tm	Sin Nombre	300 - 800 d.C.
59	2009	G 361 CS-1	Canal 5-1	300 - 800 d.C.

SD: Sin Datos.

Para estas épocas, los datos apuntan a que se está en el desarrollo de un modo de vida que se va cambiando, del “Aldeano Igualitarios” al de “Sociedad Aldeano Cacical”, que es fácilmente reconocido en todo el territorio nacional, y que se manifiesta en la Región de la Gran Nicoya, donde se da una ocupación de casi todo el territorio con asentamientos o viviendas permanentes durante el lapso de tiempo que va desde el año 500 a.C. hasta el 1 550 d.C.

Pasando gradualmente de un período cultural a otro, con una actividad económica basada en la agricultura y la fabricación o manufactura de varios bienes. Anterior a este período los sitios no guardan una permanencia, son temporales (sea usados según las estaciones o por disponibilidad de recursos, rotan entre diferentes lugares en el transcurrir del tiempo) u ocasionales (que su utilización correspondió a una situación particular en un lapso de tiempo corto de varios años y no décadas); y en general son escasos y dispersos, además difíciles de localizar.

En estos períodos culturales se está ante la presencia de un sistema sociocultural que se fue transformando, de grupos humanos emparentados familiarmente, con relaciones igualitarias entre los individuos, organizados en clanes o grupos de tipo tribal, dedicados a actividades de agricultura, cacería y recolección, asociados a campos de cultivo para la agricultura, donde predominó el cultivo del maíz, además de otros sistemas mixtos como la semicultura (semillas) y la vegecultura (tubérculos y árboles).

Algunos investigadores mencionan que en el período que va del 500 o 300 a.C. al 300 d.C. en general para todo el país se dio un cambio gradual en cuanto a una

transformación de una sociedad tribal a una cacical, de una basada en las relaciones de parentesco o familiares en ausencia de una jefatura a otra basada en relaciones sociales económicas y espirituales, con la presencia de un líder o jefe, cacique o señor, hacia el último período (Ometepe, 800 al 1 550 d.C.)

También se señala para este último periodo Ometepe, (800 al 1 550 d.C.) la llegada de migraciones de poblaciones de origen Mesoamericano (Chorotegas), peregrinando por Centroamérica hasta el norte de Costa Rica, causando un impacto en la ocupación de los territorios, como en el plano ideológico (la religión y las artes).

Se pasó de una producción de auto subsistencia a una de excedentes, donde se hizo necesario organizar la producción, el intercambio, la distribución, las relaciones entre aldeas y los conflictos armados. Del trabajo primario de agricultura, caza, pesca y recolección se cambió a uno secundario además del primario, como artesanal, político, militar y religioso.

Aunque, no en todas partes se dio este cambio en el mismo momento, sin embargo, se fue dado en forma gradual en este lapso de tiempo, ya para el año 300 d.C. se nota un poblamiento en muchas partes del territorio, con asentamiento y viviendas en forma más permanente, con una arquitectura en sus construcciones.

Como se indicó, muchos sitios son habitacionales correspondiendo a un patrón cultural de asentamientos permanentes y de poblamiento en muchas regiones, con viviendas con un grado de arquitectura en su construcción la cual fue haciéndose más compleja con el transcurrir del tiempo en ciertos territorios.

En Guanacaste, se han localizado sitios habitacionales cercanos a fuentes de agua, como los registrados aquí, separados de los cementerios hasta por un kilómetro de distancia, iniciándose en el período más antiguo, Tempisque (500 a.C. al 300 d.C.), cambiándose a tener los cementerios combinados con las viviendas en el período más reciente (Ometepe, 800 al 1 550 d.C.).

En cuanto a los cementerios para el período Tempisque (500 a.C. al 300 d.C.), las tumbas, en general, consistieron en pozos tronco – cónicos o en forma de campana, depositándose en el fondo de la tumba al individuo, con el uso de ofrendas mortuorias (metates trípodes, tallados en bajo relieve; cerámica de dos colores o Bicromo en zonas y artefactos de jade y otras piedras), por un lado resaltando el rango, sexo u ocupación social en vida; y por el otro, resaltando creencias de un viaje después de la muerte.

El período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.) consiste en la presencia de montículos circulares construidos con bloques de piedra de gran tamaño, las medidas pueden variar desde 0,5 a 5 m de altura, y de 15 a 100 m de diámetro. Bajo una cantidad de tierra y piedras, los individuos fueron sepultados en forma flexionada junto con ofrendas como vasijas de varios tamaños y formas. En algunos montículos se ha reportado la presencia de mojones o pilares de piedra de hasta dos metros de largo, como marcadores u ofrendas (al estilo lápida).

Mientras que el patrón de enterramiento para el período Ometepe (800 al 1 550 d.C.) registra zonas funerarias tanto dentro como fuera de las áreas habitacionales, no presentan estructuras consistentes ni marcadores, en general son fosas. En lo que sí destacan es en la cantidad y calidad de las ofrendas que las acompañan, la riqueza de la cerámica monocroma (de un solo color) y policroma; artefactos de piedra y metates esculpidos y en general objetos muy elaborados.

La manufactura de la cerámica y la talla en piedra, han particularizado esta sub-región como parte del límite sur del área de influencia Mesoamericana, con diseños, formas y estilos de decoración muy particulares; que como marcador cronológico la cerámica representa mucho de las evidencias visibles de esta región como distinta de las otras.

La alfarería a partir del año 300 a.C. hasta el 300 d.C. (Período Tempisque) se le ha denominado también como Bicromo en Zonas, esto es con una decoración en zonas de las vasijas, consistente en el uso de dos colores alternados (engobe rojo y el color natural de la arcilla, separadas por líneas incisas). Son comunes las escudillas o tazas, ollas globulares, vasijas con representaciones humanas (antropomorfas) o animales (zoomorfas), también realistas como estilizadas.

Para el siguiente período (Bagaces, 300 al 800 d.C.), se enfatiza la decoración policroma (tres o más colores) en la cerámica, el uso más común es el color negro, el crema y el rojo. La cerámica mejor elaborada se dedicó a dirigentes, así como al intercambio regional, y es la que se encuentra dispersa en el resto del país, propia de esta región.

La talla en piedra se expresa como la manufactura de objetos de jadeita y otras piedras verdes o blancuzcas, denominándosele como jades (cuarzo, calcedonia, ópalos, serpentinas, etc.). También hay las manos y metates de moler, así como instrumentos de piedra para las actividades de la agricultura y la preparación de alimentos, las que varían con el tiempo como se ha venido indicando en las ofrendas encontradas y descritas principalmente en las tumbas para cada período.

En cuanto a las actividades de producción de alimentos se dieron cambios en el tiempo. Para el período Tempisque (500 a.C. al 300 d.C.), como se indicó anteriormente, la producción era para la subsistencia, proveniente de una agricultura basada en el maíz junto con el cultivo del frijol y el ayote, complementadas con la caza, la pesca y la recolección de frutas y en ciertas zonas con acceso a las costas, la recolección de moluscos marinos.

Para el período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.), nuevamente aparecen el maíz como alimento presente, los frijoles y el chile, complementados con tubérculos y palmas; más la caza y la pesca. Hay evidencias en algunos sitios de restos faunísticos de la caza del venado de cola blanca, zainos, garrobos, pavones, iguanas y tortugas terrestres. Se considera que la sobre explotación de la zona de Cañas a Liberia, motivó el traslado hacia zonas costeras con acceso a las de actividades de extracción de moluscos marinos, y la pesca marina.

Para el último período (Ometepe, 800 al 1 550 d.C.) la agricultura giró en torno al maíz y a los cultivos como frijoles, ayotes, chiles y a la explotación de árboles frutales como el

nance, guapinol, aguacate, zapote, cacao y palmas como el huiscoyol (hoy día denominado simplemente coyol).

En la zona de Cañas - Liberia los asentamientos tuvieron una extensión menor a una hectárea y habrían consistido en un conjunto de chozas para el período Bagaces (del año 300 al 800 d.C.) dependientes de la calidad de los suelos y la disponibilidad de agua; mientras que para el período Sapoa (800 al 1 550 d.C.) los cambios son notables, los sitios aumentan de tamaño y los habitacionales alcanzan hasta 10 hectáreas, en los pequeños valles costeros.

En cuanto a la ocupación territorial, como antes se mencionó hay hipótesis explicativas que proponen algunos investigadores en el sentido que en el territorio comprendido entre lo que hoy día es Liberia y Cañas se dio un abandono o desaparición de los sitios que existían en esta sub Zona Arqueológica, debido a los mismos factores antes citados

B.2.6.7.2. El Pacífico Central

La Región Central, por ser extensa, se divide en varias Sub Regiones, en este caso corresponde a la Sub Región del Pacífico Central y va desde Quepos hasta Chomes, en la Provincia de Puntarenas.

En esta sub región cultural, se registraron únicamente 6 sitios arqueológicos, distribuidos en tres zonas a saber: CR-4. (Río Lagarto - Río Grande de Tárcoles), CR-5. (Río Grande de Tárcoles - Río Pirrís), CR-6. (Río Pirrís - Río Savegre). Los datos no manifiestan mayor diferencia en la temporalidad, todos del período Pavas, del año 300 a.C. al 300 d.C.. En cuanto a la naturaleza, 5 son habitacionales y 1 es un basurero, como se detalla a continuación.

No se tiene claridad si los pobladores de estos sitios lo abandonaron y se trasladaron hacia otras zonas cercanas o costeras, para acceder a los recursos marinos.

Tramo CR-4. (Río Lagarto - Río Grande de Tárcoles)

La definición del Tramo CR-4 se justificó tomando en cuenta que constituye hoy día la parte del trazado con mayor densidad de población dentro del Proyecto SIEPAC. Este tramo se delimita entre el río Lagarto (inicio de la provincia de Puntarenas) y el río Grande de Tárcoles en el que se registraron 4 sitios arqueológicos (cuadro B.2.134).

**Cuadro B.2.134. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-4.
(Río Lagarto - Río Grandede Tárcoles)**

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
20	1 433	UCR-52	Cordero	Habitacional	Pavas
21	727	A-8 AI	Alpízar	Habitacional	Pavas
22	736	A-17 CA	Cañal	Habitacional	Pavas
23	1 456	UCR-74	Limal	Basurero	Pavas

Para el período Pavas, del año 300 a.C. al 300 d.C., la evidencia es escasa en cuanto a las características de los asentamientos. En otras zonas, como en el Valle Central, la evidencia de la presencia de los sitios arqueológicos contribuye a definir un patrón de asentamiento disperso, compuesto de pequeñas aldeas de una o varias familias, ligadas a un mismo sistema de parentesco, ubicadas a lo largo de fuentes de agua como ríos, quebradas y nacientes.

En este período, los rasgos se manifiestan en las unidades habitacionales que se conforman de pisos de arcilla endurecidos por medio del fuego, como en los sitios INBio (H-44-I), en Santo Domingo de Heredia, Cenada (H - 26 CN), en Barreal de Heredia y La Fábrica (A-10 LF), en Grecia. En algunos de estos sitios se observaron viviendas de forma circular, de poco más de 5 m de diámetro; y en otros casos posiblemente rectangulares de 5 m de largo.

Para el resto de los sitios de la Sub Región, no se han identificado estructuras habitacionales, haciendo la salvedad que en esta región la recolección de datos ha sido únicamente de material cerámico en superficie, sin identificar rasgos arquitectónicos.

En relación con las formas de enterramiento para esta época, uno de los sitios que ha aportado mayor información es Pavas (UCR 68), ubicado en los alrededores de la ciudad del mismo nombre, en San José; donde se localizaron nueve rasgos, denominados como "tumbas de botella" o en forma de campana.

Estos pozos subterráneos o tumbas de botella tenían las paredes cóncavas y quemadas. En su interior se han hallado restos humanos, en mal estado de conservación con ofrendas mortuorias. En estos casos eran tumbas, donde se depositaba al individuo, una vez expuesto al aire (enterramiento secundario). Por el tipo de evidencia puede que se realizara un ritual de incineración fuera o dentro de la tumba.

Asociadas a las tumbas se hallaron restos de semillas como cúpulas de maíz, una semilla de palma, coyol (*Acrocomia vinífera*), además de un fruto llamado "jobo" (*Spondias mombin* L.).

No obstante, se considera que estos rasgos en forma de botella también tenían la función de pozos de almacenamiento o silos, basado en la evidencia procedente de los sitios Cenada (H-26 CN) y Santa Elena (H 43-SE) ubicados en Heredia. Dentro de estos pozos se encontró gran cantidad de madera y restos orgánicos carbonizados, tierra quemada y fragmentos de manos de moler y metates, además de vasijas fragmentadas con restos botánicos carbonizados. Se indica que estos rasgos troncocónicos se construían de acuerdo con las necesidades de almacenamiento y que, en algunas ocasiones, se reutilizaban para enterramientos humanos.

Entre las muestras de restos botánicos analizadas en los sitios en general, se reportaron cáscaras de coco, de la familia Palmae, probablemente *Cocus nicifera*. Otro fruto hallado pertenece a la familia Euphorbiaceae, correspondiente a *Croton bealbergianus* o *Croton panamensis*.

El análisis general del material cerámico, además de contribuir a la secuencia cronológica de la región, se ha utilizado para la interpretación sobre la base económica de las sociedades pasadas. En este período la dieta se complementaba con tubérculos como la yuca. Esto se desprende de la existencia de grandes platos de cerámica, casi planos, que sugieren que este producto se preparaba en forma de grandes tortillas. Además se utilizaron, como alimento los frijoles, las palmas, el guapinol y otros productos anteriormente citados. La cacería, la pesca (en agua dulce) y la recolección de plantas silvestres continúan teniendo un papel importante.

Por su parte, producto de investigaciones realizadas en varias zonas cercanas a la Región del Pacífico Central (Carara, Jesús María, cercanías del Río Tárcoles y Jacó), se sabe que son asentamientos bien establecidos, agroalfareros, con un patrón de aldeas pequeñas y dispersas, ubicadas cerca de fuentes secundarias de agua, con una extensión entre media y una hectárea. A los sitios Alpízar y Cañal, registrados y relacionados con este estudio, se les reporta con una extensión de 5 000 m² cada uno.

Otros datos como la cerámica corroboran las actividades agrícolas, pues presentan variedad de formas, lo que indica la función culinaria para la preparación, servido y almacenaje de alimentos. Una forma muy particular de la fase Pavas son las vasijas trípodes, que se caracterizan por los soportes sólidos, cónicos, aplanados y alargados, algunas veces, con representaciones de reptiles en la parte superior. Son típicas también de este período las ollas pequeñas y medianas, platos hondos y tecomates.

Los instrumentos líticos (lasqueados y pulidos) en general tuvieron múltiples funciones. Las hachas y cuñas se emplearon en actividades agrícolas, como el clareo de bosque, tala, limpieza de tallos y maleza. En la preparación de alimentos se usaron metates, morteros, manos (ovaladas o ligeramente redondeadas, en forma de estribo), los cuales servían principalmente para la maceración. También se emplearon en la preparación y reparación de instrumentos, de los cuales existe gran diversidad, por ejemplo percutores, yunques, lascas de afilamiento de hachas.

Estos artefactos líticos cumplieron una función en el plano ideológico, lo cual se refleja en los metates de "panel colgante" de gran elaboración, algunos utilizados en actividades cotidianas y otros en rituales. Se incluyen además los dedicados a la defensa, como dagas o puñales. Los instrumentos relacionados con la cacería, por ejemplo las flechas y arcos, posiblemente se elaboraron de otros materiales no perecederos además de piedra.

El aspecto religioso no puede describirse con detalle, solamente se aprecia un culto pronunciado a los muertos, después de ser expuestos sus cuerpos al aire libre.

En este período cultural se está ante la presencia de un sistema sociocultural que se fue transformando. Se pasó de grupos humanos emparentados familiarmente, con relaciones igualitarias entre los individuos, organizados en clanes o grupos de tipo tribal, dedicados a actividades de agricultura, cacería y recolección, asociados a campos de cultivo para la agricultura, donde predominó el cultivo del maíz, además de otros sistemas mixtos como la semicultura (semillas) y la vegecultura (tubérculos y árboles), a una sociedad cacical con jefatura y basada en relaciones sociales económicas y espirituales, con la presencia de un líder o jefe, cacique o señor en los siguientes períodos.

Al final de este período se completa la transición de la sociedad tribal a la sociedad cacical, pasando de una situación de igualdad donde el control se ejercía a través de relaciones de parentesco, a una con mayor diferenciación y estratificación social, provocando la concentración y centralización de la población, la subordinación de unas aldeas sobre otras, el aumento poblacional y las relaciones de intercambio.

Tramo CR-5. (Río Grande de Tárcoles - Río Pirrís)

El Tramo CR-5 se delimita entre el Río Grande de Tárcoles y el Río Pirrís, provincia de Puntarenas, se registró solo un sitio (cuadro B.2.135).

El sitio Bajo Laguna pertenece al Período Pavas, conteniendo características similares a las apuntadas anteriormente para esta Sub Región Cultural del Pacífico Central.

**Cuadro B.2.135. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-5.
(Río Grande de Tárcoles - Río Pirrís)**

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
24	648	SJ-356 BL	Bajo Laguna	Habitacional	Pavas

Tramo CR-6. (Río Pirrís - Río Savegre)

El Tramo CR-6, delimitado entre el Río Pirrís y el Río Savegre, perteneciente a la provincia de Puntarenas, se describe con base en sus características topográficas y cobertura de la tierra, según se indica en el cuadro B.2.136

Cuadro B.2.136. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-6. (Río Pirrís - Río Savegre)

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
25	1 961	-	San Antonio	Habitacional	SD

SD: Sin Datos.

El sitio San Antonio también pertenece al Período Pavas, conteniendo las mismas características anteriormente indicadas para esta Sub Región Cultural del Pacífico Central.

B.2.6.7.3. La Gran Chiriquí, El Diquís.

La Gran Chiriquí, de tal extensión que trasciende las fronteras, se divide en varias Sub Regiones Culturales, en este caso corresponde a la Sub Región del Diquís, que desde Quepos en la Provincia de Puntarenas hasta la frontera con Panamá. Los límites culturales de esta sub región con la del Pacífico Central no están claros, ni tampoco con el sector de Panamá.

En cuanto a la temporalidad solamente se reportan dos períodos culturales de varios que existen: el Período denominado Aguas Buenas, que va del año 300 a.C. al 800 d.C., y el Chiriquí, que va del 800 al 1 550 d.C. En esta región igualmente se han reportado evidencias que van de períodos muy tempranos hasta lo más reciente.

De los 15 sitios encontrados 10 cuentan con información. En este caso la temporalidad predomina un período, el Chiriquí, con el 60 %. Unicamente el sitio Puente Balsar, en el tramo CR-8, reporta el anterior además de un período anterior (desde el año 300 a.C. hasta el 1 550 d.C.)

Tramo CR-7. (Río Savegre-Río Uvita)

En este tramo los dos sitios que se registran son de naturaleza funerarios, pero no se tiene información de su período cultural, aunque se sospecha que se encuentran en la zona fronteriza cultural entre la Región del Pacífico Central y El Diquís (cuadro B.2.137).

Para esta región del Diquís, en general y para el período Aguas Buenas, los enterramientos son poco conocidos y documentados. En general las tumbas se pueden ubicar en las mismas viviendas o lejos de estas, con ofrendas de cerámica y objetos de piedra, sin ningún marcador externo

Cuadro B.2.137. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-7: (Río Savegre-Río Uvita)

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
26	964	-	Río Savegre	Funerario	SD
27	211	-	Alto de Uvita	Funerario	SD

SD: Sin Datos

Para el período Chiriquí, el patrón de los cementerios cambia a lugares altos con vista a los cauces de los ríos principales, con paredes de cantos rodados (piedras de ríos), conteniendo un gran número de tumbas en un mismo montículo junto con otros montículos.

Tramo CR-8. (Río Uvita - Palmar Norte)

El Tramo se ubica entre el Río Uvita y Palmar Norte, en él se registraron 7 sitios arqueológicos, véase cuadro B.2.138.

El sitio Puente Balsar, reporta una permanencia en el tiempo desde el año 300 a.C. hasta el 1 550 d.C., considerando dos Períodos Culturales: Aguas Buenas, del 300 a.C. al 800 d.C. y Chiriquí que va del 800 al 1 550 d.C. Pese a ser un sitio probablemente habitacional, se ha descrito también que su material cultural está disperso en el terreno.

Cuadro B.2.138. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-8. (Río Uvita - Palmar Norte)

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
28	219	P-269 SC	San Carlos	Funerario	SD
29	471	P-275 Ch	Chan	Petroglifo	SD
30	468	P-205 Po	Porras	Habitacional	Chiriquí
31	146	P-262 PB	Puente Balsar	Habitacional	Aguas Buenas y Chiriquí
32	111	P-259 Gb-1	Grijalba 1	Funerario	Chiriquí
33	112	P-260 Gb-2	Grijalba 2	Arquitectónico	Chiriquí
34	698	P-263 FCB	Finca CB	Habitacional	Chiriquí

SD: Sin Datos

Con respecto al Período Aguas Buenas (del 300 a.C. al 800 d.C.), los asentamientos son pequeños y algunos destacan por la presencia de estructuras. Algunos sitios miden entre una y dos hectáreas de extensión para los que se encuentran en la cuenca media y alta del río Térraba, pero en los Valles de Coto Brus y Colorado alcanzan hasta siete hectáreas. Se localizan en terrazas aluviales, elevadas y cercanas a fuentes de agua secundarias, por lo general algunos no cuentan con estructuras.

Para esta región del Diquís, en general, los enterramientos son poco conocidos y documentados, las tumbas se pueden ubicar en las mismas viviendas o lejos de estas, con ofrendas de cerámica y objetos de piedra, sin ningún marcador externo.

La cerámica es característica de este lapso de tiempo para todas las regiones, con la decoración en zonas alternas, engobe o baño rojo o rojo anaranjado en las distintas partes de las vasijas, junto con algunos adornos de pastillaje con formas de animales (pizotes, mapaches, armadillos y tucanes).

La agricultura se basó en semillas y tubérculos, maíz, frijoles, palmas y nance; junto con la cacería y pesca en agua dulce.

Este período es bastante largo con respecto a las demás regiones culturales, dado que no se han encontrado y no se cuenta con mayores diferencias en las evidencias. Se ha postulado que los cambios en el tiempo no fueron iguales para todas las zonas; de ahí que algunos sitios cuenten con estructuras y denoten una complejidad entre unos y otros, pero compartiendo rasgos culturales en el tiempo.

En este período cultural también, se está ante la presencia de un sistema sociocultural que se fue transformando, de una sociedad tribal a una cacical, como fuera antes descrito para zonas previas.

Para el período Chiriquí, que va del 800 al 1 550 d.C., se está ante la presencia de una sociedad jerarquizada de Cacicazgo, que se denota en la región por los tamaños y diseños complejos de los asentamientos. En la cuenca del Río Térraba y en la Península de Osa, se ha documentado la existencia de sitios que alcanzan hasta 30 hectáreas de extensión.

Los sitios Murciélago, Curré, Finca Remolino, San Andrés, Finca 4-6 y Buenos Aires, localizados en el resto de la Sub Región Diquís, adscritos al período Chiriquí, han reportado una gran cantidad de basamentos habitacionales en forma circular, calzadas (caminos), basureros, montículos, y áreas funerarias en montículos construidos, en una superficie continua de varias hectáreas.

En el sitio Grijalba 2, del período Chiriquí (800 al 1 550 d.C.), se ha registrado en una extensión de tres hectáreas, y cuenta con estructuras importantes: dos montículos, muros, calzadas, plazas, pozos de drenaje, áreas de actividad doméstica, cuatro basamentos de piedra caliza; así como la presencia de una esfera de piedra de 1,20 m de diámetro.

Las esferas de piedra han llamado la atención por su redondez casi perfecta y ya que solo se han ubicado en esta Región Cultural del Diquís. Su tallado da inicio en el Período Aguas Buenas (300 a.C. al 800 d.C.) y se consolida en el Chiriquí (800 al 1 550 d.C.), con dimensiones que van desde unos pocos centímetros hasta 2,5 m y su peso va desde unos pocos kilos hasta 15 toneladas.

En cuanto al resto del material cultural de piedra, se conoce de estatuas de figuras humanas de hasta 2 m; además se conoce de otras figuras humanas y animales en bultos y metates; por último están los llamados “barriles” o bultos de piedra cilíndricos.

En cuanto a los cementerios, para el período Chiriquí, el patrón cambia a lugares altos con vista a los cauces de los ríos principales, con paredes de cantos rodados (piedras de ríos) conteniendo un gran número de tumbas en un mismo montículo junto con otros montículos.

La cerámica en este período también tiene su variedad, con diseños, formas y estilos, resaltando la decoración policroma (crema, rojo y negro) y el pastillaje con figuras diversas. Destaca un grupo particular, la llamada cerámica “galleta”, por su similitud a las galletas. Las paredes de las vasijas son muy delgadas pero resistentes y su pasta es de un color crema o salmón.

Por su parte, los asentamientos se localizan en aquellos lugares donde el suelo tiene la mejor fertilidad para desarrollar la agricultura de maíz, otros granos y tubérculos, así como el algodón, las palmas de coyol, palma real, el guapinol y el nance. En la zona costera se manifiesta el uso de los recursos marinos, la caza y la pesca.

Asociado a las actividades agrícolas destacan los instrumentos de piedra tales como manos y metates, hachas acinturadas y raspadores.

Especial mención merecen el trabajo del oro. Dada la presencia de arenas auríferas, se han identificado ornamentos estilizados zoomorfos, zopilotes, águilas arpías, búhos, ranas, armadillos, lagartos y otros animales; muchos de estos hallados como ofrendas en tumbas, señalando la posición social de los individuos.

Por último, también llama la atención que el sitio Chan es un Petroglifo (una piedra con inscripciones talladas), que en esta región existen en muchos lugares; al igual que en el sitio Buena Vista, correspondiente al Tramo CR-9 de este estudio.

Tramo CR-9. (Palmar Norte - Río Lagarto)

En la zona CR-9. (Palmar Norte - Río Lagarto) se registran 5 sitios, 80 % de ellos de la fase Chiriquí y uno es un petroglifo sin período cultural. De ellos 4 sitios son habitacionales (cuadro B.2.139).

Cuadro B.2.139. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-9. (Palmar Norte - Río Lagarto)

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
35	2 731	P-561 BV	Buena Vista	Petroglifo	SD
36	23	P-23 ED	El Descanso	Habitacional	Chiriquí
37	24	P-24 EI	Elías	Habitacional	Chiriquí
38	32	P-32 EJ	El Jobo	Habitacional	Chiriquí
39	31	P-31 LP	La Palmera	Habitacional	Chiriquí

Los 4 sitios habitacionales corresponden al Período Chiriquí, que va del 800 al 1 550 d.C., con las mismas características antes descritas para ese Período.

Tramo CR-10. (Río Lagarto - Frontera con Panamá)

En este tramo únicamente se reporta un sitio funerario del período Chiriquí, véase cuadro B.2.140.

**Cuadro B.2.140. Sitios Arqueológicos en el Tramo CR-10.
(Río Lagarto - Frontera con Panamá)**

Número	Expediente	Código	Nombre del Sitio	Naturaleza	Período
40	40	P-40 VLR	Vuelta La Romana	Funerario	Chiriquí

El sitio Vuelta La Romana está distante de los asentamientos de donde procedía la gente que lo utilizó.

Los sitios arqueológicos de la Sub Región Cultural El Diquís que corresponden al período Chiriquí, con las características ya descritas.

B.2.7. Afecciones a la Población.

B.2.7.1. Electromagnetismo y salud

El presente trabajo de recopilación, acerca de posibles efectos del electromagnetismo sobre la salud, tiene como propósito dejar en clara evidencia cual es la posición de los especialistas al respecto, de modo que cualquier persona, que de una u otra forma tenga relación con el proyecto de la Línea EPR, pueda informarse al respecto.

No se ha incluido trabajos especulativos que no tengan revisiones por pares o que provengan de entidades sin el debido respaldo científico internacional, como tampoco publicaciones de periódicos o revistas de divulgación popular, pues en general presentan versiones un tanto sesgadas sobre el tema.

Se incluye cuatro fuentes de información: a- datos de la Organización Mundial de la Salud de un estudio titulado: Establishing a Dialogue on Risk from Electromagnetic Fields del 2 002, con direcciones electrónicas en caso que se quiera ampliar acerca de los esfuerzos realizados en este campo, b- el resumen de un trabajo realizado por ENDESA/UNESA en el 2 001 titulado: Campos Eléctricos y Magnéticos de 50HZ: análisis del estado actual de conocimientos, c- un meta estudio realizado por el Dr. John E. Moulder, del Medical Collegue of Winsconsin, en el 2 002, que incluye cientos de referencias bibliográficas al respecto y d- Capítulo 8, Impactos Ambientales del Proyecto, Estudio de Impacto Ambiental de la Línea EPR.

En el meta estudio del Dr. Moulder, sobre preguntas y respuestas sobre este tema, se incluyeron solo aquellas que tienen más relevancia. El estudio completo puede ser accesado por cualquier interesado en la dirección de Internet que se indica al inicio del mismo. Si bien es cierto que este documento es extenso, se ha querido incluir tanta información relevante como sea posible, de modo que cualquier persona interesada pueda desarrollar su propio criterio con respecto a este tema.

Es difícil adelantar una conclusión definitiva sobre el posible efecto del electromagnetismo en la salud, pues ni aun la Organización Mundial de la Salud ha tomado una posición al respecto. Se espera que esa organización emita un criterio formal al respecto en el 2 005, una vez que concluya una serie de estudios y metaestudios sobre el tema.

En el país tampoco existe información relativa a efectos de electromagnetismo en salud. Las consultas realizadas al respecto en instituciones de educación superior (Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Latina, UCIMED) en el Ministerio de Salud o en organismos internacionales (OPS), indican que no hay estudios o información sistemática al respecto que pueda ser utilizada como base para un posible análisis causa efecto.

Es importante mencionar sin embargo, que en una resolución de la Sala Constitucional, con respecto al efecto potencial del electromagnetismo sobre la salud humana, se establece lo siguiente:

“...algunos estudios epidemiológicos parecen mostrar una asociación entre la exposición a los campos magnéticos de frecuencia industrial y la incidencia de cáncer. Sin embargo, los estudios epidemiológicos más recientes muestran poca evidencia de que las líneas eléctricas se asocien a un aumento de cáncer, mientras que los estudios de laboratorio han mostrado poca evidencia de una relación entre los campos de frecuencia industrial y esa enfermedad, y la conexión entre los campos generados por las líneas eléctricas y el cáncer no se estima biofísicamente plausible. De hecho, una revisión reciente llevada a cabo por un grupo de importantes científicos de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos concluyó que: “Ninguna evidencia concluyente y consistente muestra que la exposición doméstica a campos eléctricos y magnéticos produzca cáncer, efectos neurocomportamentales adversos o efectos sobre la reproducción y el desarrollo”. Más aún, el mayor estudio sobre líneas eléctricas y leucemia infantil jamás realizado (el efectuado por el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos y publicado en julio de 1997) concluye que no se ha podido encontrar evidencia alguna de una asociación entre ambas. Es así que, en general, la mayor parte de los científicos consideran que la evidencia de una conexión entre líneas eléctricas y cáncer es débil y poco convincente.

En síntesis, existe un amplio consenso en la comunidad científica de que no se ha establecido una asociación causal entre la exposición doméstica a campos de frecuencia industrial y los posibles riesgos a la salud humana. Justo es reconocer que también hay consenso respecto a que no ha sido y no puede ser probado que la exposición a estos campos sea absolutamente segura, circunstancia en la que juega un papel fundamental el hecho de que –en general– no se puede demostrar fehacientemente un hecho negativo (esto es, aunque quizás se pruebe en el futuro que los campos magnéticos perjudican la salud, lo que probablemente no se logrará demostrar nunca es que no la afectan). Pero –para lo que aquí interesa– está suficientemente claro que los estudios que parecen evidenciar ese riesgo parten de intensidades en los campos magnéticos que superan, con mucho, a aquellos que se espera encontrar en la vecindad de las líneas eléctricas del tipo del proyecto que nos ocupa.”

Lo que sí queda totalmente claro, es que ante la incertidumbre es preciso utilizar un criterio precautorio, que evite la exposición de humanos y así posibles efectos que al día de hoy no pueden ser precisados con exactitud, sea por que no existe relación directa entre el electromagnetismo y afecciones a la salud, o porque no hay suficiente evidencia e investigación al respecto.

En el caso de la línea SIEPAC se utilizó el criterio antes citado. De hecho, durante el retrazado de la ruta se establecieron “buffers” alrededor de todos los centros poblados, con el fin de asegurar que la ruta pasara lo más lejos posible de ellos. Asimismo, durante el trabajo de campo se verificó la existencia de poblados o asentamientos que pudieran quedar cercanos a la línea y se corrigió el trazado para evitarlos. Por las razones antes expuestas, el consorcio ECOTEC y otros considera que es poco probable, sino imposible hablar de afectaciones a la salud producto de la cercanía a la línea, siempre y cuando se mantenga el trazado que se indicó en este estudio.

Según se indica en la descripción de proyecto suministrada por la EPR, otros aspectos que fueron tomados en cuenta en el diseño del proyecto y que se relacionan con el efecto del electromagnetismo en la salud son los siguientes:

...”Tras estudios experimentales y recopilación de informes médicos, se puede asegurar que ni los campos eléctricos de hasta 20kV/m, ni los campos magnéticos de hasta 300 microteslas (muy superiores a los generados por las líneas del tipo de la que se estudia del orden de 3,4 a 8,2 microteslas), ni su combinación, constituyen peligro para la salud”.

“...Las diferentes normativas sobre exposiciones máximas en las que los valores admisibles de campo eléctrico y magnético se encuentran muy por encima de los generados por las líneas eléctricas. Se puede afirmar que la línea del proyecto SIEPAC cumple sobradamente las disposiciones incluidas en las mismas, en particular las legislaciones italiana, inglesa, la más reciente de los países desarrollados, así como en la Propuesta de Directiva que se está elaborando en la actualidad en el seno de la Unión Europea, en la que se determina que los estados miembros deberán definir una legislación particular con carácter cautelar, con la definición para las nuevas líneas de un pasillo libre de edificaciones. Este pasillo, en virtud de los datos de campos definidos por las líneas, debería tener aproximadamente una veintena de metros de ancho a cada lado de la misma”...

“...Las distancias mínimas que deben existir, en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios y construcciones que se encuentren bajo ella serán las siguientes: a- sobre puntos accesibles a personas: 4,83 m, b- sobre puntos no accesibles a personas: 4 m”.

“...En el caso del proyecto SIEPAC, con su diseño actual, cabe decir que excepto en algunos casos muy concretos, la línea discurre a cien metros como mínimo de edificaciones y haciendas y a cientos de metros de pueblos y ciudades, por lo que los posibles efectos se ven muy reducidos, dado que en general se han buscado zonas abiertas de escaso valor natural y económico...”.

“...Durante la fase de funcionamiento de la línea, uno de los efectos producidos por el paso de la corriente es el debido al ruido que esta genera. Este es un sonido bajo y de pequeña intensidad que, en muchos casos, es apenas perceptible. Solo se escucha en la proximidad inmediata de la línea, en una banda de unos 20 m a cada lado de la misma, por lo que dado que el trazado objeto de estudio discurre en su gran mayoría por zonas escasamente pobladas en las que en general no existen edificaciones a menos de cien metros de la línea el efecto puede considerarse poco significativo...”.

“...A nivel internacional, en Estados Unidos el valor más restrictivo para líneas eléctricas en el borde del corredor es de 15 microteslas en Florida, donde la OMS fija 300 microteslas. CONELEC propone para zonas no controladas 100 microteslas, y la propuesta de Directiva 93/c77/02 de la CEE fija para trabajadores en valor de 200 microteslas...”.

“...Para la línea EPR en campo magnético presenta un valor máximo de 8,29 microteslas y un valor de eje de 7,52 microteslas. Para 20 y 50 m las cifras son, respectivamente, 3,29 y 0,63 microteslas. En ambos casos se observa que a partir del intervalo de 20-50 m, los valores de los campos disminuyen de forma considerable según se incrementa la distancia de la línea....Se observa que los valores máximos calculados de campo magnético en la línea SIEPAC son sensiblemente inferiores a los más restrictivos de las recomendaciones y normativas estadounidenses, europeas y del resto del mundo anteriormente citadas...”

“...Las viviendas de la zona que quedarán a menor distancia de la línea se encuentran a distancias sensiblemente superiores a las señaladas...”

B.2.7.1.1. Riesgo de campos electromagnéticos. Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/enf>. (Traducción del original)

Conclusiones de la investigación científica.

El conocimiento científico acerca de los efectos sobre la salud de los campos electromagnéticos (siglas en inglés EMF, de Electromagnetic Fields), es abundante y se basa en gran cantidad de estudios epidemiológicos, con animales y en vitro. Muchos resultados que van desde efectos reproductivos a enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas has sido examinadas, sin embargo la información más consistente proviene de leucemia en niños.

En el 2 001, un grupo de trabajo de expertos científicos de la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC, de sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), revisó estudio relacionados con carcinogénesis de campos eléctricos y magnéticos de frecuencias estáticas y de muy baja frecuencia (ELF, de sus siglas en inglés). Utilizando la clasificación IARC estándar que evalúa la evidencia humana, animal y de laboratorio, los campos magnéticos ELF fueron clasificados como *posiblemente carcinogénicos para humanos*, con base en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Un ejemplo de un agente bien conocido y clasificado en la misma categoría es el café, que puede aumentar los riesgos de cáncer de riñón, mientras que a su vez puede proteger contra el cáncer de intestino.

Posiblemente carcinogénico para humanos es una clasificación utilizada para caracterizar un agente que el cual existe evidencia limitada de carcinogénesis en humanos y menos de suficiente evidencia de carcinogénesis en animales experimentales. La evidencia de todos los demás tipos de cáncer en niños y adultos, así como en otro tipo de exposiciones (p.ej. campos estáticos y campos eléctricos ELF), se consideró inadecuada para ser clasificada en esa categoría, ya fuera por información científica insuficiente o inconsistente.

Aunque la clasificación de los campos magnéticos ELF como posiblemente carcinogénicos para humanos fue emitida por la IARC, es posible que existan otras explicaciones para la asociación observada entre la exposición a campos magnéticos ELF y la leucemia en niños.

Otras fuentes de información sobre este tema recomendadas por la OMS son:

The internacional Comisión on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)
<http://www.icnirp.org>

The National Radiological Protection Board (NRPB) of the United Kingdom
<http://www.nrpb.org>

The NIEHS special RAPID program on electromagnetic fields
<http://www.niehs.nih.gov/emfrapid>

B.2.7.2. Campos Eléctricos y Magnéticos de 50Hz: estado actual del conocimiento.

La conclusión sobre los estudios experimentales sobre células o tejidos aislados, sobre animales y sobre voluntarios, no indican que los campos electromagnéticos de 50Hz, a las intensidades comúnmente encontradas, tengan efectos nocivos.

A las intensidades de campo electromagnético habituales e incluso a niveles bastante más altos, no se ha demostrado que exista un mecanismo biofísico o bioquímico plausible por el cual puedan producirse efectos nocivos. El mecanismo por el cual la modificación de los niveles de la hormona melatonina podría tener un papel en ciertos efectos biológicos no se ha comprobado que sea relevante en mamíferos o en seres humanos.

En estudios de laboratorio los campos electromagnéticos no han mostrado efectos sobre la fertilidad o reproducción de los animales o sobre los distintos estadios comúnmente aceptados de la carcinogénesis. Existen estudios de un mismo grupo de investigadores sobre una supuesta actividad promotora sobre el cáncer de mama inducido químicamente en animales, pero los intentos de replicar estos resultados por parte de otros investigadores hasta la fecha han fallado. No se conoce la causa para esta discrepancia.

La controversia subsiste actualmente únicamente en el terreno de los estudios epidemiológicos, en particular sobre el cáncer en niños que viven cerca de instalaciones eléctricas. Alguno de los primeros estudios encontraron una relación con el tamaño de las líneas y su distancia a las casas, pero cuando realmente se medían los campos a los que estaban expuestos, esta relación no existía. En los estudios más recientes, que han incorporado formas más precisa de medir la exposición de los niños a campos electromagnéticos, no se ha encontrado relación alguna con la incidencia de cáncer. Tampoco se ha encontrado una relación entre cáncer y distancia de las casas a líneas o instalaciones eléctricas. Esto incluye importantes nuevos estudios, financiados y dirigidos por Institutos del Cáncer de países como Estados Unidos, Canadá y el Reino Unido.

B.2.7.3. Relación entre líneas eléctricas, trabajos eléctricos y cáncer

Esta revisión incluye un análisis de la biofísica de las interacciones con emisiones electromagnéticas, resúmenes de estudios de laboratorio y en personas, información sobre normativa y bibliografía. **Última modificación: 10-enero-2 002. Versión inglesa: 7.2.2. Autor: [John E. Moulder, Ph.D.](#) Versión española:** Traducida al español por [Juan Bernar \(Unesa-Amys\)](#) y [Carlos Llanos \(Red Eléctrica de España\)](#).

Nota del Consorcio: Con base en nuestro criterio, solo las preguntas y respuestas de mayor relevancia fueron incluidas (41), por lo tanto las referencias que se hacen en el texto de algunas respuestas, hacia otras preguntas del documento (p.ej Q27), pueden no tener sentido, ya que el orden original de las preguntas, no así su contenido, fue modificado. Si el lector desea la versión completa y todos los vínculos del texto original, se recomienda que revise la versión original en inglés en la Internet.

Notas organizativas:

Las referencias a otras preguntas se indican con la letra Q seguida del número de la pregunta; por ejemplo, (Q16A) indica que hay más información en la Pregunta 16A. Las referencias bibliográficas se muestran entre corchetes; por ejemplo [M2] es una referencia a la segunda entrada en la sección M de la bibliografía comentada.

1) ¿Cuál es la diferencia entre la energía electromagnética asociada a las líneas eléctricas y otras formas de energía electromagnética como las microondas o los rayos X?

Los rayos X, la luz ultravioleta (UV), la luz visible, los rayos infrarrojos (IR), las microondas (MW), las ondas de radio (RF) y los campos electromagnéticos de las instalaciones eléctricas son todos parte del espectro electromagnético. Cada parte del espectro electromagnético se caracteriza por su frecuencia o su longitud de onda. La frecuencia y la longitud de onda están relacionadas, de tal manera que cuando la frecuencia aumenta la longitud de onda disminuye. La frecuencia es la velocidad con la que un campo electromagnético completa un ciclo y se da normalmente en hercios (Hz), siendo un 1 Hz equivalente a 1 ciclo por segundo.

Los campos de frecuencia industrial en los Estados Unidos varían 60 veces por segundo (60 Hz) y tienen una longitud de onda de 5 000 km. La energía eléctrica en el resto del mundo tiene una frecuencia de 50 Hz. Las emisiones de radio en AM tienen una frecuencia alrededor de 10^6 (1 000 000) Hz y una longitud de onda de alrededor de 300 m. Los hornos de microondas tienen una frecuencia de $2,5 \times 10^9$ Hz y una longitud de onda de, aproximadamente, 12 cm. Los rayos X tienen frecuencias superiores a 10^{15} Hz y longitudes de onda menores de 100 nm.

En este documento se empleará el término "frecuencia industrial" para referirse a las frecuencias de 50 y 60 Hz de corriente alterna usada en los sistemas de energía eléctrica, y el término "campo de frecuencia industrial" para referirse a los campos eléctricos y magnéticos sinusoidales producidos por líneas y aparatos eléctricos de 50 y 60 Hz. Se

evitará la expresión "CEM", campo electromagnético, ya que es un término impreciso que se podría aplicar a muchos tipos de campos diferentes y porque en física se utiliza desde hace mucho tiempo para referirse a una magnitud totalmente distinta, la fuerza electromotriz. Se evitarán también los términos "radiación electromagnética" y "radiación no-ionizante", ya que las fuentes de frecuencia industrial no producen una cantidad apreciable de radiación (Q5). Los campos de frecuencia industrial se denominan también campos de frecuencia extremadamente baja (en inglés, ELF).

Estrictamente, en ingeniería eléctrica se denomina así a las frecuencias entre 30 y 300 Hz, pero el término se usa a menudo en la literatura biológica y de salud laboral para cubrir el rango de 0 a 3 000 Hz (todo lo que esté por encima de los campos estáticos y por debajo de las radiofrecuencias, RF).

2) ¿Por qué diferentes tipos de emisiones electromagnéticas producen diferentes efectos biológicos?

La interacción del material biológico con una emisión electromagnética depende de la frecuencia de la emisión. Normalmente se habla del espectro electromagnético como si produjera ondas energéticas. Sin embargo, algunas veces, la energía electromagnética actúa en forma de partículas más que como ondas, especialmente a altas frecuencias. La naturaleza de estas partículas es importante, porque es la energía por partícula (o fotón, como se denominan estas partículas) la que determina qué efectos biológicos tendrá la energía electromagnética [A5].

A muy altas frecuencias, características de la luz ultravioleta lejana y los rayos X (menos de 100 nm), las partículas electromagnéticas (fotones) tienen suficiente energía para romper los enlaces químicos. Esta ruptura de los enlaces es conocida como ionización y a esta parte del espectro electromagnético se le denomina ionizante. Los bien conocidos efectos de los rayos X están asociados con la ionización de las moléculas. A bajas frecuencias, como las de la luz visible, radio y microondas, la energía de un fotón está muy por debajo de la que es necesaria para romper los enlaces químicos. Esta parte del espectro electromagnético se conoce como no ionizante.

Como la energía electromagnética no ionizante no puede romper los enlaces químicos, no existe analogía entre los efectos biológicos de la energía electromagnética ionizante y la no ionizante [A5].

Las emisiones de energía electromagnética no ionizante pueden producir efectos biológicos. Muchos de los efectos biológicos de la luz ultravioleta, la luz visible y de los infrarrojos dependen también de la energía del fotón, pero están más relacionados con la excitación electrónica que con la ionización, y no se producen a frecuencias inferiores al infrarrojo (por debajo de 3×10^{11} Hz). Las radiofrecuencias y las microondas pueden causar efectos al inducir corrientes eléctricas en los tejidos, produciendo calor. La eficiencia con la cual una emisión electromagnética puede inducir corrientes eléctricas, y por tanto producir calor, depende de la frecuencia de la emisión y del tamaño y la orientación del objeto que está siendo calentado. A frecuencias inferiores a las utilizadas por la radio AM (alrededor de 10^6 Hz), las emisiones electromagnéticas se acoplan

débilmente con los cuerpos humanos y de animales y, por lo tanto, son muy ineficientes para inducir corrientes eléctricas y producir calor [\[A5\]](#).

De este modo, en términos de posibles efectos biológicos, el espectro electromagnético se puede dividir en cuatro partes:

1. La parte ionizante, donde puede haber un daño químico directo (rayos X, radiación ultravioleta lejana).

2. La parte no ionizante del espectro, que puede subdividirse en:

a. La parte de la radiación óptica, donde puede darse la excitación del electrón (ultravioleta cercano, luz visible e infrarrojos)

b. La parte donde la longitud de onda es más pequeña que el cuerpo, y puede haber calentamiento a través de corrientes inducidas (microondas y ondas de radio de alta frecuencia).

c. La parte donde la longitud de onda es mucho mayor que el cuerpo, y el calentamiento por corrientes inducidas ocurre en raras ocasiones (ondas de radio de baja frecuencia, campos estáticos y de frecuencia industrial).

3) ¿Es alto el "riesgo de cáncer" asociado con residir junto a una línea eléctrica?

El exceso de cáncer encontrado en los estudios epidemiológicos se cuantifica normalmente con un número llamado riesgo relativo (RR). Este es el riesgo de que una persona "expuesta" tenga cáncer dividido por el riesgo de que una persona "no expuesta" tenga cáncer. Como nadie está "no expuesto" a campos de frecuencia industrial, la comparación se realiza en realidad entre personas con alto nivel de exposición frente a personas con bajo nivel de exposición. Un riesgo relativo de 1,0 significa que no hay efecto, un riesgo relativo de menos de 1,0 significa un riesgo menor en los grupos expuestos, y un riesgo relativo de más de 1,0 significa un incremento de riesgo en los grupos expuestos. Los riesgos relativos normalmente se dan con un intervalo de confianza del 95%. Estos intervalos de confianza del 95% casi nunca se ajustan para múltiples comparaciones ([Q21E](#)), aun cuando se estudien múltiples tipos de cáncer y múltiples índices de exposición (Ver Olsen y col. [\[C17\]](#), Fig. 2, para un ejemplo de un ajuste para comparaciones múltiples).

4) ¿Existe una preocupación por las líneas eléctricas y el cáncer?

Gran parte de la preocupación por las líneas eléctricas y el cáncer proviene de estudios sobre personas que viven cerca de líneas eléctricas ([Q12](#)) y gente que trabaja en "profesiones eléctricas" ([Q15](#)). Algunos de estos estudios parecen mostrar una relación entre la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial y la incidencia de cáncer.

Sin embargo, los estudios epidemiológicos más recientes muestran poca evidencia de que las líneas eléctricas estén asociadas a un aumento del cancer ([Q19A](#), [Q19B](#), [Q19H](#),

[Q19J](#), [Q19K](#)), los estudios de laboratorio han mostrado poca evidencia de una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer ([Q16](#)) y la conexión entre los campos generados por las líneas eléctricas y cáncer no es biofísicamente plausible ([Q18](#)).

Una revisión llevada a cabo en 1 996 por un grupo de importantes científicos de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos concluyó que:

"Ninguna evidencia concluyente y consistente muestra que la exposición residencial a campos eléctricos y magnéticos produzca cáncer, efectos neurocomportamentales adversos o efectos sobre la reproducción y el desarrollo." ([Q27E](#)).

Una revisión de 1 999 por parte del Instituto Nacional de la Salud (*National Institute of Health*) de Estados Unidos concluyó que: *"La evidencia científica que sugiere que la exposición [a campos electromagnéticos de frecuencia industrial] supone algún riesgo para la salud es débil."* ([Q27E](#)).

Una revisión de 2 001 elaborada por el Consejo Nacional de Protección Radiológica (*National Radiation Protection Board*, NRPB) del Reino Unido concluyó que: *"Los estudios experimentales de laboratorio no han proporcionado una buena evidencia de que los campos electromagnéticos de frecuencia industrial sean capaces de producir cáncer, y los estudios epidemiológicos tampoco sugieren que causen cáncer en general."* ([Q27H](#)).

Los mayores estudios sobre leucemia infantil y líneas eléctricas jamás realizados informaron en 1 997-2 000 de que no podían encontrar ninguna evidencia significativa de una asociación entre líneas eléctricas y leucemia infantil ([Q19H](#), [Q19J](#), [Q19K](#)). Por el contrario, un par de estudios publicados en 2 000 [[C54](#), [C57](#)] informaron de que si se combinaran todos los estudios en los que se pudo medir o estimar el campo magnético, se podría encontrar una asociación estadísticamente significativa entre leucemia infantil y el promedio de campo más elevado.

Por otro lado, una serie de estudios han mostrado que la exposición de animales durante toda su vida a campos magnéticos de frecuencia industrial no produce cáncer ([Q16B](#)).

En general, la mayoría de los científicos consideran que la evidencia de que los campos de las líneas eléctricas causen o contribuyan al cáncer es débil.

5) ¿Producen radiación electromagnética las líneas eléctricas?

Para que una antena sea una fuente eficiente de radiación debe tener una longitud comparable a su longitud de onda. Las fuentes de frecuencia industrial son, claramente, demasiado cortas comparadas con su longitud de onda (5 000 km) para ser fuentes eficientes de radiación. Los cálculos muestran que la potencia típica máxima radiada por una línea eléctrica sería menor de 0,0001 microWatio/cm², comparado con los 0,2 microWatios /cm² que la Luna llena deposita en la superficie terrestre en una noche clara. El tema de si las líneas eléctricas pueden producir radiación ionizante se trata en [Q21B](#).

Esto no quiere decir que no haya pérdidas de energía durante el transporte. Hay muchas pérdidas de energía en las líneas eléctricas de transporte que no tienen nada que ver con la "radiación" (en el sentido en que se usa en la teoría electromagnética). Gran parte de la pérdida de energía es consecuencia del calentamiento resistivo; en esto difieren de las antenas de radiofrecuencia y microondas, en las que la energía se "pierde" en el espacio en forma de radiación. Así mismo, hay muchas formas de transmitir energía que no involucran radiación; los circuitos eléctricos lo hacen todo el tiempo.

6) ¿Cómo pueden producir efectos biológicos los campos electromagnéticos de frecuencia industrial?

Los campos eléctricos asociados con las fuentes de frecuencia industrial existen siempre que haya tensión, con independencia de que la corriente esté fluyendo, o no. Estos campos eléctricos tienen poca capacidad de penetración en edificios e incluso en la piel. Los campos magnéticos asociados con las fuentes de frecuencia industrial existen sólo cuando la corriente está fluyendo. Estos campos magnéticos son difíciles de apantallar y penetran fácilmente en edificios y personas. Como los campos eléctricos de frecuencia industrial no pueden penetrar en el cuerpo, está ampliamente aceptado que cualquier efecto biológico por exposición residencial a campos de frecuencia industrial tiene que ser debido a la componente magnética del campo, o a los campos eléctricos y corrientes que estos campos magnéticos inducen en el organismo [\[A12\]](#).

El argumento de que los efectos de los campos de frecuencia industrial tienen que ser debidos a la componente magnética del campo ha sido objeto de debate recientemente [\[A14\]](#). En particular, King [\[F27\]](#) ha argumentado que los campos eléctricos procedentes de líneas eléctricas penetran en la mayoría de los edificios y que las corrientes inducidas en el cuerpo por los campos eléctricos de las líneas eléctricas puede ser mayor que las corrientes inducidas por los campos magnéticos. Este tema se trata con más profundidad en [Q16G](#) y [Q19L](#).

A frecuencias industriales la energía del fotón es de 10^{10} veces más pequeña que la necesaria para romper incluso el más débil enlace químico. Sin embargo, existen mecanismos bien establecidos mediante los cuales los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial podrían producir efectos biológicos sin romper enlaces químicos [\[A12, F3, F23, M6\]](#). Los campos eléctricos de frecuencia industrial pueden ejercer fuerzas en moléculas cargadas y no cargadas, y en las estructuras celulares dentro de un tejido. Estas fuerzas pueden producir movimiento de partículas cargadas, orientar o deformar estructuras celulares, orientar moléculas dipolares o inducir voltajes a través de las membranas celulares. Los campos magnéticos de frecuencia industrial pueden ejercer fuerzas en estructuras celulares, pero como los materiales biológicos son esencialmente no magnéticos, estas fuerzas suelen ser muy débiles.

Los campos magnéticos de frecuencia industrial también pueden producir efectos biológicos a través de los campos eléctricos que inducen en el organismo. Estas fuerzas eléctricas y magnéticas se dan en presencia de la agitación térmica al azar (ruido térmico) y el ruido eléctrico procedente de muchas fuentes; y para producir cambios significativos en un sistema biológico los campos aplicados deben, en general, exceder con mucho los que existen en condiciones de exposición residencial típicas [\[A12, F3, F17, F23, F34, M6\]](#).

En general, los campos o corrientes inducidas en el organismo por campos eléctricos o magnéticos de frecuencia industrial son demasiado débiles para ser nocivos; y las normas de seguridad establecidas están para proteger a las personas de la exposición a campos de frecuencia industrial que puedan inducir corrientes peligrosas [M4, M5, M6, M8]. Estas normativas de seguridad para campos (al contrario de las que protegen contra descargas por contacto con los conductores) se establecen para limitar las corrientes inducidas en el cuerpo a niveles por debajo de los que se dan de forma natural en el cuerpo. Los bien conocidos riesgos de la energía eléctrica, descargas y quemaduras, generalmente precisan que el sujeto entre en contacto directo con una superficie cargada (por ejemplo, un conductor cargado y el suelo), permitiendo que la corriente pase directamente por el cuerpo.

7) ¿Qué niveles de campos de frecuencia industrial son habituales en viviendas y lugares de trabajo?

En Estados Unidos los campos magnéticos a menudo se siguen midiendo en **Gauss (G)** o **miliGauss (mG)**: 1 000 mG = 1 G.

En el resto del mundo, y en la comunidad científica, los campos magnéticos se miden en **Teslas (T)**: 10 000 G = 1 T

1 G = 100 microT (μ T) 1 microT = 10 mG.

En este documento de preguntas los **campos magnéticos** se expresan en microT. Los **campos eléctricos** se miden en voltios/metro (V/m). Las técnicas de medida se discuten en [Q29](#) y [Q30](#).

Dentro de la calle (corredor o zona de paso; en inglés, **ROW**) de una línea eléctrica de alta tensión (115-765 kV, 115 000-765 000 voltios) los campos pueden alcanzar 10 microT y 10 000 V/m. En el borde de la calle los campos estarán entre 0,1-1,0 microT y 100-1 000 V/m. A diez metros de una línea de distribución de 12 kV (12 000 voltios) los campos estarán entre 0,2-1,0 microT y 2-20 V/m. Los campos magnéticos dependen de la distancia, la tensión, el diseño y la intensidad de corriente; los campos eléctricos solo se ven afectados por la distancia, la tensión y el diseño (no por el flujo de corriente) [F7].

Dentro de las viviendas los campos pueden variar desde 150 microT y 200 V/m a pocos centímetros de determinados electrodomésticos, hasta menos de 0,02 micro T y 2 V/m en el centro de muchas habitaciones. Los electrodomésticos que tienen los campos magnéticos más altos son aquellos que necesitan una alta intensidad de corriente (por ejemplo, aspiradoras, hornos de microondas, lavadoras, lavavajillas, batidoras, abrelatas, afeitadoras eléctricas) [F22]. Los relojes y radiorelojes eléctricos, que se decía eran fuentes importantes de exposición nocturna para los niños, no tienen un campo magnético especialmente elevado (0,04-0,06 microT a 50 cm [F22]). Los campos de los electrodomésticos disminuyen rápidamente con la distancia. [F7, F22]. De los electrodomésticos estudiados en casas británicas, sólo los hornos microondas, las lavadoras, lavavajillas y abrelatas generaban campos superiores a 0,2 microT medidos a 1 m de distancia [F22].

Como los campos eléctricos de las líneas eléctricas tienen poca capacidad de penetrar en los edificios, hay muy poca correlación entre campos eléctricos y magnéticos dentro de las casas [C11, C12]. En particular, mientras que los campos magnéticos en el interior de edificios situados cerca de líneas eléctricas están aumentados, los campos eléctricos no parecen ser igualmente elevados [C11, C12].

Se han observado exposiciones laborales superiores a 100 microT y 5 000 V/m (por ejemplo, en soldadura al arco y montadores de cables). En los trabajos "eléctricos" normales la exposición media varía desde 0,5 a 4 microT y 100 -2 000 V/m [D19, F7, F11, F16]. La exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial en ambientes laborales están muy poco correlacionadas [F16].

Los trenes eléctricos también pueden ser una importante fuente de exposición, puesto que los campos de frecuencia industrial a la altura de los asientos en los vagones de pasajeros pueden llegar hasta 60 microT [F28].

8) ¿Qué se sabe sobre la relación entre las calles de las líneas eléctricas y las tasas de cáncer?

Algunos estudios han informado que los niños que residen cerca de ciertos tipos de líneas eléctricas (líneas de distribución de alta intensidad y líneas de transporte a alta tensión) tienen tasas de leucemia [C1, C6, C12, C19, C45, C46], de tumores cerebrales [C1, C6] y/o tasa global de cáncer [C5, C17] más alta que la media. Las correlaciones no son fuertes y, en general, los estudios no han mostrado una relación dosis-respuesta. Cuando se miden realmente los campos de frecuencia industrial, la asociación generalmente desaparece [C6, C12, C19, C35, C44]. Muchos otros estudios no han mostrado ninguna correlación entre residir cerca de las líneas eléctricas y riesgo de leucemia infantil [C3, C5, C9, C10, C16, C17, C33, C35, C44, C45, C48, C51, C53], tumores cerebrales infantiles [C5, C9, C16, C17, C19, C28, C29, C33] o tasa global de cáncer infantil [C16, C19, C33].

Todos, excepto uno, los estudios más recientes sobre líneas y leucemia o tumores cerebrales infantiles [C28, C29, C33, C35, C43, C44] han fracasado en encontrar asociaciones significativas. La excepción es un estudio canadiense [C45, C46] que mostraba una asociación entre la incidencia de leucemia infantil y algunas medidas de la exposición (ver una discusión completa en Q19J).

Con dos excepciones [C2, C32], todos los estudios sobre correlaciones entre cáncer en adultos y residir cerca de líneas eléctricas han sido negativos [C4, C7, C9, C13, C18, C21, C31, C32, C38, C40, C47]. Las excepciones son Wertheimer y Leeper [C41], quienes informaron de un exceso la tasa global de cáncer y de tumores cerebrales, pero no de leucemia; y Li y col. [C33] que hallaron un exceso de leucemia, pero no de cáncer de mama o tumores cerebrales.

9) ¿Cuál es el riesgo de leucemia infantil?

Gran parte de la atención pública y científica se ha centrado en la leucemia infantil, prestando menos atención a la leucemia en adultos, tumores cerebrales en niños y en adultos, linfomas y tasa global de cáncer infantil (ver la tabla de [Q13A](#)). Los estudios originales que sugirieron una asociación entre líneas eléctricas y cáncer infantil utilizaron una combinación del tipo de cableado y la distancia a la vivienda como medida sustitutoria de la exposición, un sistema denominado "código de cables" [[C1](#), [C3](#), [C6](#)]. Otros estudios han utilizado la distancia a las líneas de transporte o subestaciones como medida de la exposición, y algunos estudios han utilizado campos medidos en el momento o campos históricos calculados. En general, los diferentes métodos para evaluar la exposición no están bien correlacionados ni entre sí ni con los campos medidos en el momento; ninguna de estas medidas de la exposición es manifiestamente superior, y ninguna es utilizada por la totalidad de los principales estudios (ver figura siguiente).

Históricamente, una de las características más enigmáticas de los estudios de leucemia infantil era que la correlación de la exposición con la incidencia del cáncer parecía ser mayor cuando el código de cables o la proximidad a las líneas eléctricas se utilizaba como medida de la exposición, más que cuando los campos eran medidos directamente en las casas (ver figura siguiente). Esto ha llevado a sugerir que la asociación de cáncer infantil con residir cerca de líneas eléctricas podría ser debida a un factor distinto al campo de frecuencia industrial. Por ejemplo, se ha sugerido que el nivel socioeconómico podría ser un factor de confusión, ya que está relacionado con el riesgo de cáncer, y los grupos "expuestos" y "no expuestos" en algunos estudios pueden ser de niveles socioeconómicos distintos. Esto es particularmente importante en los estudios de exposición residencial en Estados Unidos que se basan en los códigos de cables, puesto que los tipos de código de cables relacionados con cáncer infantil se encuentran fundamentalmente en barrios más viejos y pobres, y/o en barrios con una alta proporción de casas alquiladas [[A7](#), [C20](#), [C25](#)]. Sin embargo, en 1997 y 1999, los mayores estudios realizados hasta la fecha sobre líneas eléctricas y leucemia infantil [[C35](#), [C44](#)] no encontraron ninguna asociación entre leucemia y código de cables o campos medidos; y los más recientes estudios sobre tumores cerebrales [[C28](#), [C29](#)] no han hallado ninguna relación con código de cables. Estos últimos estudios indican que la "paradoja del código de cables" no existe realmente.

La figura siguiente muestra la variedad de objetivos utilizados en los estudios de leucemia infantil. Debido a la falta de consenso sobre el parámetro de medida de la exposición correcta, y a la falta de un parámetro de medida de la exposición común a la mayoría de los estudios, no se puede hacer un resumen sencillo de la epidemiología. Los intentos de hacer una revisión se han frustrado por el hecho de que no se puede realizar un único análisis. En su lugar, se obtienen un grupo de análisis basados en diferentes definiciones de exposición, la mayoría de los cuales excluyen algunos estudios, y ninguno de los cuales puede ser considerado como el mejor.

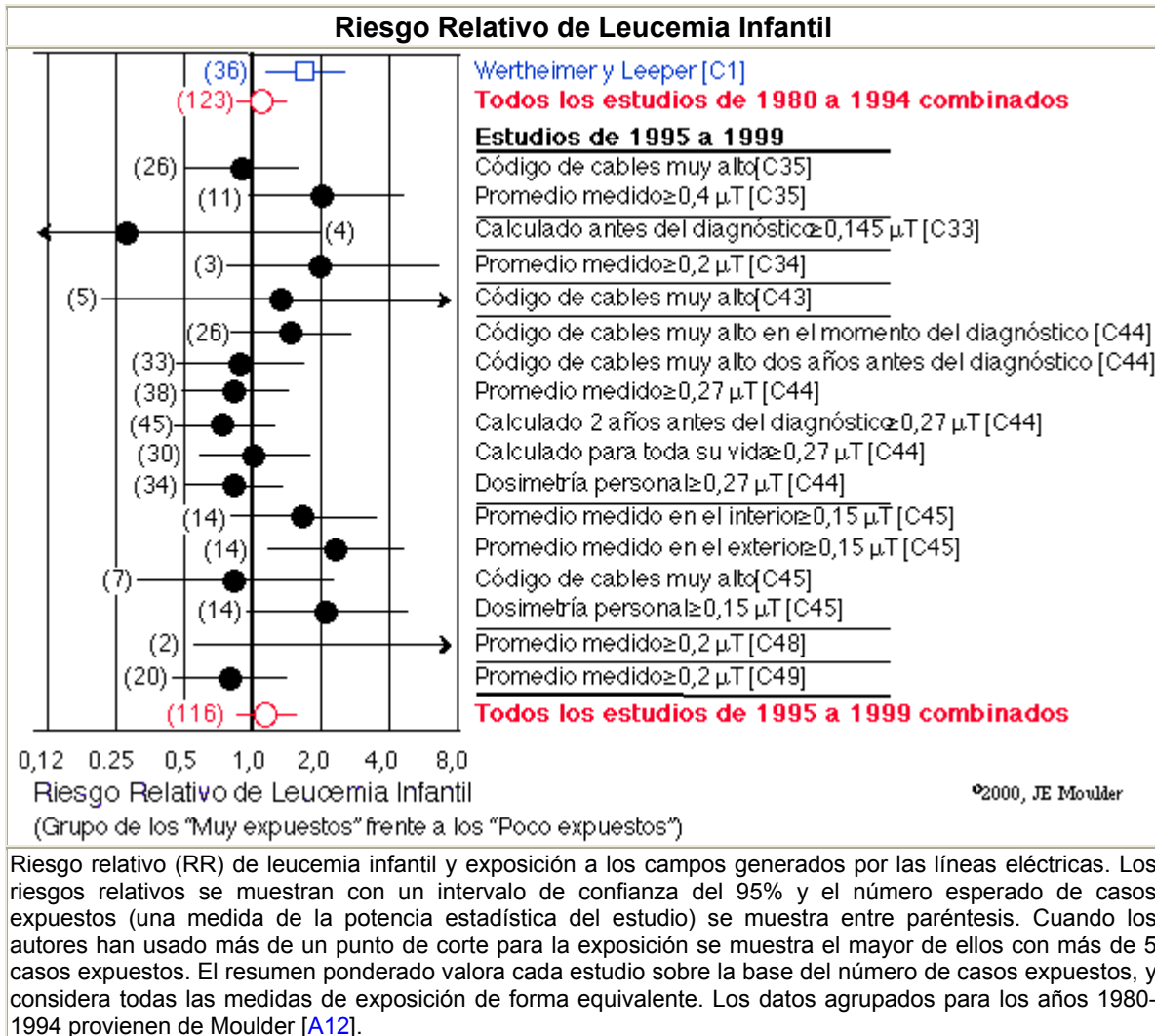
Por ejemplo, una revisión realizada en 1997 por el Concejo Nacional de Investigación [de la Academia Nacional de las Ciencias] de Estados Unidos [A7] llevó a cabo un complejo meta-análisis y concluyó que: "los códigos de cables están asociados con un incremento estadísticamente significativo en, aproximadamente, un factor 1,5 de leucemia infantil". Esta conclusión está basada en sólo uno de los ocho diferentes meta-análisis sobre leucemia infantil llevados a cabo por el comité del Concejo Nacional de Investigación, un análisis que excluía siete de los once estudios y utilizaba un punto de corte arbitrario para definir quien estaba expuesto. Un segundo análisis de los mismos cuatro estudios utilizó un punto de corte superior y encontró un pequeño aumento no significativo. Los otros seis análisis realizados por el comité del Concejo Nacional de Investigación dieron riesgos relativos que variaban entre 0,8 y 1,7.

Los estudios de leucemia infantil en su conjunto no muestran una asociación consistente entre residir cerca de líneas eléctricas e incidencia de leucemia. , pero la asociación no es fuerte ni consistente, y las tendencias dosis-respuesta rara vez son evidentes.

Sin embargo, un par de estudios publicados en 2000 [C54, C57] hallaron que si se combinaban algunos estudios eligiendo ciertos parámetros de la exposición, parece haber un incremento del riesgo de leucemia en el grupo más expuesto:

En el primero de los análisis de los datos combinados, Ahlbom y col. [C54] informaron de que si se combinaban los 9 estudios que incluyeron medidas durante mucho tiempo del nivel de campo magnético, se hallaba una asociación estadísticamente significativa (riesgo relativo = 2) de leucemia infantil en los niños con una exposición promedio de 0,4 microT o superior. Para los niños con una exposición promedio inferior no se hallaba ningún aumento del riesgo de leucemia infantil en el estudio combinado. Campos magnéticos promedio por encima de 0,4 microT se encuentran en alrededor del 0,8% de las viviendas [C54]. Si se toma el análisis literalmente, entonces la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial podría ser responsable de alrededor del 1% de las muertes por leucemia infantil (es decir, 6-8 casos al año en Estados Unidos).

En el segundo de los análisis combinados de los datos, Greenland y col. [C57] informaron de que si se combinaran los 15 estudios en los que se midió el campo magnético (o se estimó), se encuentra una asociación estadísticamente significativa (riesgo relativo = 1,7) de leucemia infantil en los niños con una exposición promedio de 0,3 microT o superior. Para los niños con una exposición promedio inferior no se hallaba un aumento significativo de leucemia infantil en los estudios combinados. Según los autores, estos datos indican que la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial podría ser responsable del 0,8% de las muertes por leucemia infantil en Estados Unidos.



10) ¿A qué distancia tiene que estar una línea eléctrica para considerarse expuesto a campos de frecuencia industrial?

Los estudios que muestran una relación entre cáncer y líneas eléctricas no proporcionan ninguna directriz consistente sobre qué distancia o nivel de exposición podría estar asociado con un incremento en la incidencia de cáncer. Los estudios han utilizado una amplia variedad de técnicas para medir la exposición, y difieren en el tipo de líneas que han estudiado. Los estudios en Estados Unidos se han basado principalmente en líneas de distribución local, mientras que en los estudios europeos se han basado estrictamente en líneas de transporte de energía a alta tensión y/o transformadores.

Puesto que no se ha probado que exista un peligro para la salud de las personas por la exposición residencial a campos de frecuencia industrial, es imposible definir de forma racional una **distancia de seguridad** o un **nivel de exposición seguro**. Para desarrollar

una norma de seguridad racional (basada en evidencias científicas) es necesario que exista un peligro específico confirmado o muy sospechoso del que haya que proteger a las personas. También es necesario tener alguna idea del mecanismo por el cual puede haber un peligro, con el fin de que haya una base racional para decidir qué se debe medir.

Medidas de campo: Diversos estudios han medido campos de frecuencia industrial en domicilios [C6, C7, C12, C19, C21, C29, C34, C35, C44, C45, C46, C59]. Se han realizado tanto medidas puntuales y de pico como promedios a lo largo de 24 horas y 48 horas. Dos de los estudios [C46, C59] que utilizan medidas del campo han mostrado una relación estadísticamente significativa entre exposición y leucemia infantil. Ningún otro tipo de cáncer, tanto en adultos como en niños, ha sido asociado a campos medidos.

Un informe publicado en 2 000 [C54] calculaba que si se combinaban todos los estudios que incluyeron medidas del campo magnético durante mucho tiempo, se encuentra una asociación estadísticamente significativa para niños con una exposición promedio durante 24-48 horas de 0,4 microT o superior. Un segundo estudio publicado en 2 000 [C57] informaba de que si se combinaban todos los estudios que incluyen estimaciones o medidas del campo magnético, se halla una asociación estadísticamente significativa para niños con una exposición de 0,3 microT o superior. Para niños con una exposición promedio inferior no se observaba una elevación significativa de leucemia infantil en ninguno de los análisis combinados.

Proximidad a las líneas: Muchos estudios han utilizado la distancia entre la línea y las viviendas como medida de los campos de frecuencia industrial [C4, C5, C9, C10, C13, C19, C20a, C21, C32, C33, C53, C58]. Cuando algo que se puede medir (la distancia a la línea) se utiliza como un índice de lo que realmente se quiere medir (el campo magnético), se le denomina "medida sustitutoria o subrogada ". Tres [C5, C19, C32] de los doce estudios que han utilizado la distancia a las líneas como una medida sustitutoria de la exposición han mostrado una relación entre proximidad a las líneas y cáncer. Los más importantes son un estudio en niños [C19] que mostró un incremento en la incidencia de leucemia infantil en viviendas situadas a menos de 50 m de las líneas de transporte a alta tensión, y un estudio en adultos [C32] que mostró un incremento en la incidencia de leucemia en viviendas situadas a menos de 100 m de líneas de transporte a alta tensión. El estudio más amplio sobre proximidad a líneas eléctricas y cáncer infantil no encontró ninguna asociación con ningún tipo de cáncer en niños que viven a menos de 50 m de líneas eléctricas o subestaciones [C58].

Si existiese un peligro por la exposición residencial a campos de frecuencia industrial sería muy poco probable que dependiera de algo tan simple como la distancia de la vivienda a la línea eléctrica más cercana.

Dependiendo del tipo de línea y su intensidad de corriente, el campo magnético generado por la línea eléctrica llega a ser menor que el que produce una vivienda típica a una distancia de 20-70 m.

Código de cables (o configuración de cables): Los estudios originales sobre líneas eléctricas en Estados Unidos usaban una combinación del tipo de cable (distribución frente a transporte, número y grosor de cables) y la distancia de los cables a la vivienda como medida sustitutoria de la exposición [C1, C2, C3, C6, C7, C12, C28, C29, C35, C44,

[C45](#), [C46](#)]. Esta técnica se conoce como "código de cables" [\[F21\]](#). Tres estudios que han utilizado el código de cables [\[C1, C6, C12\]](#) han informado de una relación entre cáncer infantil y el código "configuración de alta intensidad". Dos de estos estudios [\[C6, C12\]](#) no consiguieron encontrar una relación entre exposición y cáncer cuando se hicieron mediciones reales; el tercer estudio [\[C1\]](#) no hizo mediciones reales. Los estudios más recientes sobre códigos de cables y cáncer infantil [\[C28, C29, C35, C44, C45, C46\]](#) no han encontrado asociaciones significativas.

Los códigos de cables son estables a lo largo del tiempo [\[F6\]](#), pero no se correlacionan bien con los campos medidos [\[A7, F6, F7, F10, F21\]](#). El esquema de código de cables se desarrolló para áreas urbanas de Estados Unidos, y no es fácilmente aplicable en otros países. Se ha sugerido que los códigos de cables pueden ser una medida más apropiada para estimar los campos magnéticos a largo plazo que las medidas reales, pero los análisis han mostrado que esto es poco probable [\[A7, F21\]](#). Un problema más serio cuando se utiliza el código de cables para estimar la exposición al campo magnético es que el código de cables se correlaciona fuertemente con cosas que no tienen nada que ver con el campo magnético (como la antigüedad de la vivienda, densidad de tráfico y nivel socioeconómico) [\[C40\]](#).

Campos históricos calculados: Muchos estudios recientes ([Q19](#)) han utilizado las bases de datos de las empresas eléctricas y mapas para calcular qué campos habrían sido generados en el pasado por líneas eléctricas de alta tensión [\[C16, C17, C19, C21, C26a, C31, C32, C33, C44\]](#). Normalmente, se utiliza como medida de exposición el campo calculado en el momento del diagnóstico o el campo promedio para un número de años previos al diagnóstico. Estas exposiciones calculadas excluyen explícitamente las contribuciones de otras fuentes, tales como líneas de distribución, cableado doméstico o electrodomésticos. No hay forma de comprobar la exactitud de los campos históricos calculados. Ver Jaffa y col. [\[F36\]](#) para una discusión de algunas de las razones para cuestionar la exactitud de estos cálculos.

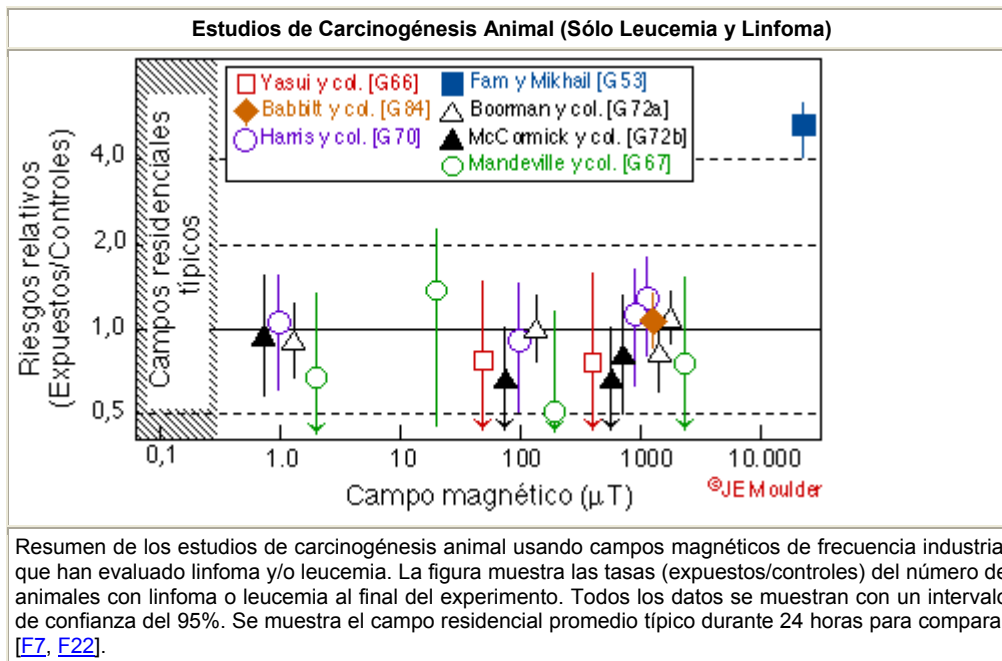
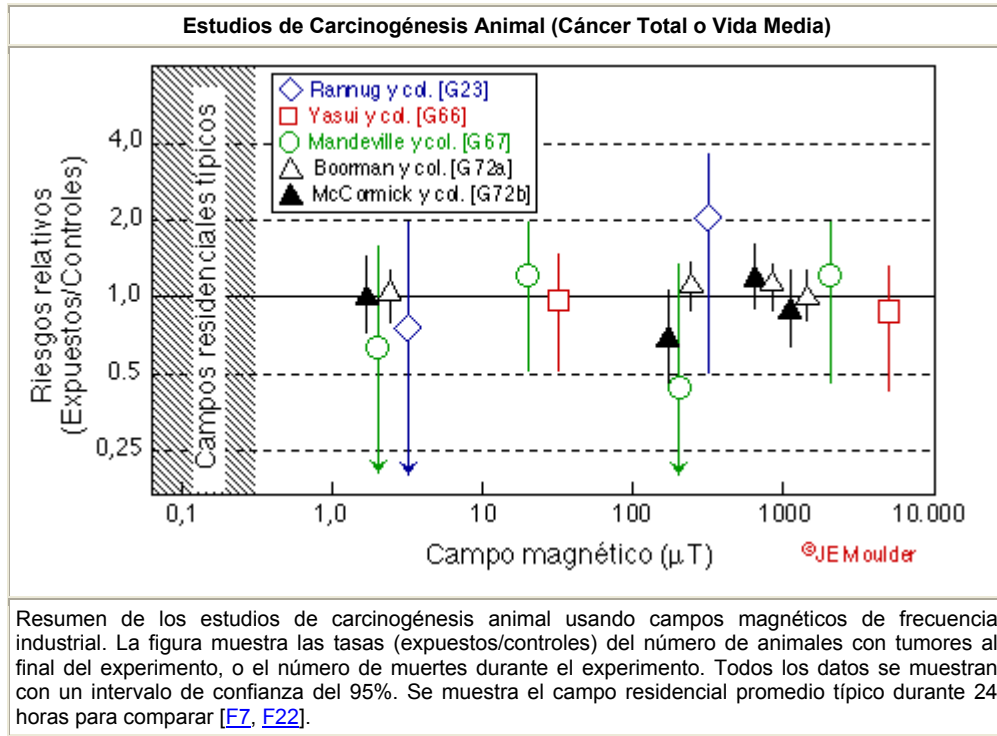
11) ¿Muestran los campos de frecuencia industrial actividad genotóxica en seres humanos?

En resumen, los estudios citogenéticos de trabajadores expuestos a campos eléctricos y magnéticos intensos de frecuencia industrial no proporcionan una evidencia consistente de que estos campos sean genotóxicos. Los indicios de efectos genotóxicos, no replicados, quedan confinados a fumadores, ex-fumadores, y a trabajadores expuestos a descargas eléctricas.

12) ¿Producen los campos de frecuencia industrial cáncer en animales?

En resumen, los estudios en animales expuestos a largo plazo realizados hasta ahora no proporcionan pruebas que hayan sido replicadas de que la exposición prolongada a campos de frecuencia industrial esté asociada con leucemia, tumores cerebrales o cáncer de mama. Los estudios de exposición de animales durante largo tiempo a campos de frecuencia industrial se resumen en las siguientes figuras. Los datos de Beniashvili y col. [\[G16\]](#) no su muestran porque no se pueden calcular los riesgos relativos.

Para una discusión en profundidad de los estudios de carcinogénesis animal ver McCann y col. [K7] y Boorman y col. [K10]. Los estudios sobre animales expuestos a largo plazo a campos de frecuencia industrial se resumen en las siguientes figuras:



En resumen, los estudios en animales expuestos durante largo tiempo realizados hasta la fecha no proporcionan pruebas que hayan sido replicadas de que la exposición prolongada a campos de frecuencia industrial produzca cáncer o daño genotóxico en animales.

13) ¿Muestran los campos de frecuencia industrial actividad genotóxica en cultivos celulares?

Resumen de los estudios de genotoxicidad: Hay publicados unos 60 estudios sobre campos de frecuencia industrial y genotoxicidad, que incluyen unos 150 test distintos de actividad genotóxica. Estos análisis son mayoritariamente negativos, a pesar del hecho de que muchos han utilizado intensidades de campo muy elevadas. De los estudios que muestran indicios de genotoxicidad, la mayoría contienen una mezcla de resultados positivos y negativos, o resultados ambiguos. Como la mayoría de estas publicaciones contienen muchos subestudios, la presencia de algunos estudios con resultados positivos o mixtos es de esperar por simple azar. Ninguno de los estudios positivos ha sido replicado, y algunos de ellos no han podido ser replicados cuando se ha intentado. Muchos de los informes positivos han utilizado condiciones de exposición (por ejemplo, descargas eléctricas, campos pulsados, campos de 20 000 microT y superiores) que son muy diferentes de las que se encuentran en la vida real.

13) ¿Son los campos magnéticos de frecuencia industrial promotores del cáncer?

Resumen de los estudios de promoción: No hay ninguna evidencia replicada de que los campos de frecuencia industrial sean promotores o co-promotores, y los pocos estudios que han mostrado pruebas de promoción han utilizado intensidades de campos muy por encima de las que se encuentran en la vida real.

14) ¿Qué relación tienen los estudios de laboratorio sobre efectos de los campos de frecuencia industrial en el crecimiento celular y tumoral con el riesgo de cáncer?

Se ha informado de que los campos de frecuencia industrial pueden estimular el crecimiento celular o tumoral, pero la mayoría de los estudios no han mostrado efecto alguno. Muchos agentes básicamente inofensivos (por ejemplo, pH, temperatura, nutrientes) afectan el ritmo de crecimiento de las células y de los tumores, por lo que los efectos en el crecimiento celular, en sí mismos, no constituyen evidencia de riesgo ([A8](#), [A9](#), [L18](#), [L26](#)). Sin embargo, la presencia de ciertos tipos de efectos sobre el crecimiento celular sería relevante para una evaluación del potencial cancerígeno. Sería de especial interés para el cáncer que un agente provocara que células normales (no tumorales ni transformadas), que no están dividiéndose, empezaran a dividirse, que el efecto de estimulación del crecimiento persistiese tras la desaparición del agente, y/o si el efecto ocurriese a los niveles a los que la gente está normalmente expuesta.

La mayoría de los estudios sobre campos magnéticos de frecuencia industrial y **crecimiento tumoral** no han mostrado efecto alguno [[G7](#), [G11](#), [G25](#), [G27](#), [G28](#), [G49](#), [G57](#), [G100](#), [G103](#)]; pero cuatro estudios han informado de un incremento del crecimiento tumoral tras exposición a campos de 50 a 2 000 microT [[G18](#), [G26](#), [G39](#), [G50](#)].

Hay que destacar en particular los estudios de Sasser y col. [G57], Morris y col. [G80], Devereux y col. [G91] y Anderson y col. [G103], que hallaron que la exposición prolongada de animales leucémicos a campos de 2-2 000 microT a 50 ó 60 Hz no tuvo efecto alguno sobre la progresión de la leucemia o la supervivencia de los animales.

La mayoría de los estudios sobre campos magnéticos de frecuencia industrial y **crecimiento celular** [G1, G12, G20, G24, G40, G54, G93, G99, H1, H7, H27, H37, H38, H57, H63, H66] tampoco han mostrado efectos; pero algunos estudios han mostrado un aumento [G8, G42, G102] o una disminución [G13, G48, J20] del crecimiento celular tras una exposición a campos intensos (superiores a 1 000 microT).

Kwee y Rasmark [G46] han informado de un incremento del crecimiento celular en mamíferos tras una exposición de 30 minutos a campos de 80-130 microT; pero intensidades mayores o menores, y exposiciones más cortas o largas, no se produjeron efectos. Wei y col. [H59] informaron de un aumento del crecimiento de células de mamífero tras una larga exposición (más de 6 horas) a campos de 90-120 microT, pero no había efectos cuando el campo se reducía a 60 microT. Chen y col. [G98] informaron de una estimulación de la proliferación a 100 y 1 000 microT.

Particularmente interesante es el estudio de Zhao y col. [H45] que halló que tanto los controles como los expuestos a campos de 100-800 microT, incrementan el crecimiento celular. Se comprobó que el efecto era debido a un incremento de 0,1-0,8 °C en la temperatura provocada por la bobina doble utilizada para la exposición control. Si otros informes de efectos en el crecimiento celular son debidos al calentamiento es desconocido, pero los incrementos de temperatura de los controles han sido observados por otros (por ejemplo, Rosenthal y Obe [G8]).

En resumen, no se ha informado de efectos sobre la proliferación celular o progresión tumoral que sugieran un potencial carcinogénico, y no se ha descrito ningún efecto para campos inferiores a 50 microT.

15) ¿Qué relación tienen los estudios de laboratorio sobre efectos de los campos de frecuencia industrial en la función inmunológica con el riesgo de cáncer?

En resumen, no existe evidencia de que los campos de frecuencia industrial contribuyan al cáncer a través de la supresión del sistema inmunológico, y no hay informes de ningún efecto por debajo de 200 microT.

16) ¿Qué relación tienen los estudios de laboratorio sobre efectos de los campos de frecuencia industrial en la glándula pineal y la melatonina con el riesgo de cáncer?

En resumen, ninguno de los componentes de la hipótesis de la melatonina, es decir, que los campos de frecuencia industrial puedan reducir la melatonina, o que la reducción de la melatonina cause un incremento de cáncer, tienen un soporte experimental sólido. En seres humanos hay escasa evidencia para apoyar ninguna de los componentes de la hipótesis. Lo que la evidencia sugiere es que cualquier efecto se limitaría al cáncer de mama, y posiblemente en otros cánceres hormonodependientes, como el cáncer de próstata.

17) ¿Muestran los campos de frecuencia industrial algún efecto biológico reproducible en estudios de laboratorio?

A pesar de que los estudios de laboratorios no sugieren una relación entre campos electromagnéticos y cáncer, numerosos estudios han mostrado que estos campos sí tienen "bioefectos", particularmente a altas intensidades [A7, K1, M4, M6]. Campos de frecuencia industrial lo suficientemente intensos como para inducir corrientes eléctricas superiores a las que se dan de forma natural (por encima de 500 microT, ver Q8) han mostrado efectos reproducibles, incluyendo efectos en humanos [M4, M6].

18) ¿Muestran los campos de frecuencia industrial efectos biológicos reproducibles a las intensidades que se encuentran en viviendas y lugares de trabajo?

Si un efecto biológico reproducible se define como uno que haya sido publicado en la literatura científica por más de un laboratorio, sin que aparezca ningún otro dato contradictorio en ningún otro sitio; entonces puede que no haya efectos reproducibles por debajo de 50 microT [A7, A12, A15, K9]. Aunque hay informes de efectos con campos tan bajos como 0,5 microT, ninguno de ellos ha sido confirmado.

La falta de confirmación de los estudios "positivos" de laboratorio puede deberse a muchos factores: Algunos informes sobre efectos biológicos de campos de frecuencia industrial nunca han sido publicados en la literatura científica, y no pueden ser científicamente evaluados ni replicados.

Nunca se han llevado a cabo intentos de replicar algunos de los informes publicados sobre los efectos biológicos; y un informe positivo aislado es imposible de evaluar.

Cuando se han llevado a cabo intentos de confirmar muchos de los estudios publicados, estos intentos de confirmación a menudo no consiguieron encontrar el efecto [A15, H1, H4, H10, H13, H14, H15, H22, H44, H50, H55, H56, H57, H58, H60, H64, G109, K9].

Los investigadores en este campo utilizan una gran variedad de sistemas biológicos, objetivos y condiciones de exposición, lo que hace extremadamente difícil comparar y evaluar los estudios.

La variabilidad en los sistemas de exposición, más la falta de datos adecuados sobre la exposición [F19], hace que muchos informes sean imposibles de replicar.

La posibilidad de que alguno de los informes positivos fueran inventados debe ser contemplada [L34, L35, L39].

19) ¿Existen mecanismos conocidos por los cuales los campos de frecuencia industrial, de las intensidades que se encuentran en viviendas y lugares de trabajo, podrían causar efectos biológicos?

Los mecanismos biológicos conocidos, a través de los cuales campos magnéticos de frecuencia industrial intensos (por encima de 500 microT) causan efectos biológicos, no son relevantes para campos por debajo de, aproximadamente, 50 microT. Los efectos de campos intensos tienen que ver con las corrientes eléctricas inducidas, y las corrientes inducidas en el organismo por campos menores de 50 microT son cualitativamente similares, pero mucho más débiles que las que se dan en el cuerpo de forma natural [A7, A12, A14, F3, F23, F34] (y ver Q8).

Si los campos de frecuencia industrial por debajo de 5 microT tuvieran realmente efectos biológicos, los mecanismos deberían buscarse, en palabras de Adair [F3, F12]: "fuera del campo de la física convencional".

20) ¿Se han propuesto nuevos mecanismos que podrían explicar cómo los campos de frecuencia industrial podrían causar efectos biológicos?

Las consideraciones tratadas en la pregunta Q18B muestran que las interacciones de los campos sinusoidales de frecuencia industrial con el cuerpo humano son muy débiles a los niveles ambientales típicos. Numerosos investigadores han especulado acerca de cómo los campos de frecuencia industrial podrían superar los problemas de la relación señal-ruido a través de mecanismos de resonancia o de amplificación de señales [F4, F17, H26].

Corrientes inducidas: Los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial pueden inducir corrientes eléctricas, y estas corrientes pueden producir efectos biológicos si son lo suficientemente fuertes [F23, M6, M8]. Sin embargo, las corrientes inducidas en el organismo por campos por debajo de 1 kV/m ó 50 microT son más débiles que los que existen de forma natural en el organismo [F3, F17, F23, M6, M8]. Por lo tanto, si los campos sinusoidales de frecuencia industrial de la magnitud que se encuentra en ambientes residenciales tienen efectos biológicos, es poco probable que sean debidos a las corrientes eléctricas inducidas.

Material biológico magnético: Se han encontrado pequeñas partículas magnéticas (magnetita Fe₃O₄) en bacterias que se orientan en el campo magnético de la Tierra; estas partículas pueden también existir en peces, abejas y aves [F4]. La presencia de magnetita en las células de los mamíferos está todavía sin demostrar. Kirschvink [F4] ha sugerido que los campos magnéticos de frecuencia industrial podrían causar efectos biológicos al actuar directamente sobre estas partículas. Sin embargo, los cálculos muestran que eso requeriría campos de 50-60 Hz de 2-5 microT o superiores [F4, F12, F23, H11].

Reacciones con radicales libres: Los campos magnéticos estáticos (DC) pueden afectar al ritmo de las reacciones químicas donde intervengan pares de radicales libres [F18, F37]. Como los radicales libres implicados tienen un tiempo de vida media en el rango de microsegundos y los campos de frecuencia industrial tienen ciclos en el rango de milisegundos, un campo de frecuencia industrial actúa como un campo estático en la

escala de tiempo en la que estas reacciones tienen lugar. Los efectos de los campos de frecuencia industrial se sumarían a los del campo magnético terrestre (30-70 microT), por lo que no es de esperar efectos biológicos por debajo de 50 microT [F18, F23, F33]. Además, si se supone que los efectos biológicos provocados por estas reacciones con radicales libres estuvieran implicados en la carcinogénesis, los estudios relevantes serían los que utilizan campos estáticos; y los estudios sobre actividad genotóxica y epigenética de los campos estáticos han sido negativos en su inmensa mayoría (ver [Preguntas más frecuentes sobre campos eléctricos y magnéticos estáticos y salud humana](#)).

Eichwald y Walleczek [F32] han desarrollado un argumento teórico que sugiere que los efectos bioquímicos mediados por el mecanismo de pares de radicales podría explicar los efectos de campos de frecuencia industrial de 1 000 microT o superiores; y Eveson y col. [F37] han mostrado evidencias experimentales de que campos magnéticos de hasta 1 000 microT pueden tener efectos en las reacciones de radicales libres. Adair [F33], por el contrario, ha presentado argumentos teóricos de que los efectos debidos a mecanismos de pares de radicales son bastante improbables a niveles de 5 microT o inferiores.

Teorías de resonancia: Algunas de las restricciones biofísicas podrían ser superadas si hubiera mecanismos de resonancia que hicieran a las células (u organismos) especialmente sensibles a los campos de frecuencia industrial. Se han propuesto diversos mecanismos de resonancia, el más reciente por Lednev y por Blanchard y Blackman [H26]. Hasta ahora, ninguna de estas teorías ha superado la crítica científica [F3, F5, F23], y muchas de las evidencias experimentales que dieron lugar a estas teorías no pueden ser replicadas de forma independiente [H1, H4, H10, H17]. Existen también severas incompatibilidades entre las características biofísicas conocidas de las células y las condiciones requeridas por dichas resonancias [A7, F3, F5, F23, F26, H26]. Hay que señalar que las teorías de resonancia predecirían efectos biológicos distintos en América del Norte (60 Hz) que en Europa (50 Hz).

21) ¿Podría la presencia de transitorios o armónicos de mayor orden en los campos de frecuencia industrial proporcionar un mecanismo biofísico para explicar los efectos biológicos?

Las barreras biofísicas para efectos biológicos, comentadas en Q18B y Q18C, presuponen que los campos sinusoidales de 50-60 Hz son los únicos campos electromagnéticos variables en el tiempo que se dan en el transporte, distribución y uso de la energía eléctrica. Si esta suposición no fuera cierta, y existiesen transitorios y/o armónicos de mayor frecuencia intensos, entonces sería posible inducir corrientes eléctricas más fuertes que las que se dan el cuerpo de forma natural, a niveles de campo presentes en ambientes residenciales y laborales. Corrientes tan intensas podrían proporcionar una vía para los efectos biológicos.

Un estudio del año 2 000 sobre transitorios en casas estadounidenses [F35] halló que se dan estos transitorios, pero no estudió si son suficientemente intensos o frecuentes como para causar efectos biológicos.

22) ¿Qué se puede decir de los estudios epidemiológicos europeos (escandinavos) que muestran una relación entre líneas eléctricas y cáncer?

En 1993-94 se publicaron cinco nuevos estudios residenciales en Europa [C16, C17, C18, C19, C21]. El estudio sueco sobre niños [C19] mostró los riesgos relativos más altos y obtuvo la mayor atención. En contraste con los estudios previos en Estados Unidos, que estimaron la exposición procedente de líneas tanto de transporte como de distribución, estos nuevos estudios se restringieron a líneas y subestaciones de alta tensión. La exposición se estimó con medidas puntuales [C19, C21], cálculos retrospectivos [C16, C17, C19, C21] y distancia a las líneas eléctricas [C18, C19, C21].

Los autores de los tres estudios escandinavos sobre cáncer en niños [C16, C17, C19] han efectuado un análisis combinado de sus datos [B4]. Este análisis está basado en los campos históricos calculados retrospectivamente, que fue la única medida común de exposición en los tres estudios. Los rangos de riesgos relativos (RR) de este meta-análisis se muestran a continuación en comparación con los estudios anteriores y posteriores.

Tipo de Cáncer Infantil	Rango de RRs en los Estudios Previos	Rango de RRs en los Estudios Escandinavos	Rango de RRs en los Estudios Posteriores
Leucemia	0,8-2,1	1,1-4,1	0,6-2,3
Linfoma	Ninguno	0,3-3,7	1,2-2,5
Tumores cerebrales	1,7-3,5	0,7-3,2	0,6-1,4
Tasa global de cáncer	1,3-1,9	0,9-2,1	0,9-1,3

Dos estudios de 1996 sobre tumores cerebrales infantiles y residir cerca de líneas eléctricas no mostraron evidencia de una asociación ni con campos medidos [C29] ni con el código de cables [C28, C29]. Un estudio europeo de 1997 [C33] sobre leucemia infantil, linfoma, tumores cerebrales y tasa global de cáncer no muestra evidencia alguna de asociación ni con la distancia a líneas eléctricas ni con los campos calculados. En 1997 un segundo estudio europeo [C34] encontró un aumento no significativo de leucemia en niños cuyos dormitorios tenían un promedio de campo magnético superior a 0,2 microT. Un tercer estudio de 1997 [C35], que se trata con más detalle en Q19H, no encontró asociación entre leucemia infantil con campos medidos ni códigos de cable. Un estudio de 1999 [C44], que se trata con más detalle en Q19J, no halló una asociación entre leucemia infantil con campos medidos ni con código de cables.

Un estudio alemán de 2001 [C59] no ha hallado una asociación significativa entre campos magnéticos promediados durante 24 horas y leucemia infantil; pero cuando se combinan estos datos con los de estudios alemanes anteriores [C34], se observa una asociación estadísticamente significativa para campos magnéticos promediados durante 24 horas de 0,4 microT y superiores.

Ver también el análisis de los estudios sobre leucemia infantil en Q13B.

Los estudios escandinavos en adultos que viven cerca de líneas de alta tensión no muestran incrementos en la tasa global de cáncer, leucemia o tumores cerebrales [C18, C21, C31]. Tan sólo el estudio de 1997 en Taiwán [C32] muestra algún indicio de

asociación entre cáncer en adultos y residir cerca de líneas de transporte de energía eléctrica.

23) ¿Qué se puede decir sobre los estudios que muestran una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer de mama?

Hay algunos estudios de laboratorio [[G16](#), [G26](#), [G50](#)] que sugieren que los campos de frecuencia industrial podrían ser promotores del cáncer de mama inducido químicamente ([Q16B](#)), y se ha propuesto un mecanismo biológico que podría explicar dicha conexión ([Q17C](#)).

Mc Dowall y col. [[C4](#)] no encontraron un exceso de cáncer de mama en mujeres adultas (y ningún caso de cáncer de mama en hombres) que vivían cerca de líneas de transporte o subestaciones; y Li y col. [[C32](#)] no hallaron un exceso de cáncer de mama entre mujeres adultas que residían cerca de líneas de transporte. Más recientemente, Feychting y col. [[C38](#), [C52](#)] no encontraron un incremento significativo de cáncer de mama en hombres o mujeres adultos que residen cerca de líneas eléctricas de transporte; y Coogan y col. [[C41](#)] no hallaron un exceso de cáncer de mama en mujeres con exposición laboral y/o residencial a campos de frecuencia industrial.

Seis estudios [[C23](#), [C39](#), [C41](#), [C55](#), [C56](#), [C60](#)] no hallaron un exceso de cáncer de mama en mujeres que usaban mantas eléctricas. Una serie de estudios han informado una mayor incidencia de cáncer de mama en trabajadores eléctricos varones [[D4](#), [D5](#), [D6](#), [D20](#)]; pero otros estudios no han encontrado tal exceso [[D7](#), [D11](#), [D12](#), [D14](#), [D18](#), [D33](#)].

En 1994, Loomis y col. [[D15](#)] informaron que mujeres con trabajos presuntamente expuestas a campos de frecuencia industrial presentaban una elevada tasa de cáncer de mama. Los trabajos que mostraban un exceso de incidencia de cáncer de mama eran "típicamente masculinos". Se sabe que la mortalidad por cáncer de mama es mayor, en general, entre mujeres con puestos de trabajo profesionales y técnicos; esto es así porque las mujeres que trabajan en puestos típicamente masculinos tienden a tener un historial reproductivo (por ejemplo, ningún embarazo, embarazos tardíos, ausencia de lactancia materna) que aumenta su riesgo de cáncer de mama. Cantor y col. [[D22](#)], analizando la misma base de datos, no encontraron pruebas de una mayor incidencia de cáncer de mama en trabajos con posible exposición a campos de frecuencia industrial o radiofrecuencias.

Un estudio de 1996 sobre este tema [[D23](#)] fue precedido por una nota de prensa un tanto confusa, cuyo título era "La exposición laboral a campos magnéticos incrementa el riesgo de cáncer de mama". El estudio, en sí mismo, no refleja el título de la nota de prensa. El estudio se basa en información de un registro de cáncer de mama, y la exposición se estima en base al "puesto de trabajo más representativo". Los trabajos se agruparon en categorías, según "su potencial exposición a campos magnéticos de 60 Hz", y no se realizaron medidas reales de niveles o duración de la exposición. Menos del 1% de las mujeres tenían trabajos con exposición potencial alta. El [riesgo relativo](#) para el grupo con exposición potencial alta era mayor de lo esperado, pero el aumento no era estadísticamente significativo. Para exposición potencial baja y media, los riesgos relativos no eran mayores de lo esperado.

En 1 998, Johansen y col. [D31], Coogan y col. [C41] y Petralia y col. [D34] informaron de que la exposición laboral a campos de frecuencia industrial no estaba asociada con un exceso de cáncer de mama en mujeres. En el 2 000, Feychting y col. [C52] informaron de que ni la exposición laboral, ni la residencial, ni una combinación de la exposición laboral y residencial a campos de frecuencia industrial estaban asociadas con un incremento del riesgo de cáncer de mama en mujeres.

Esta área de investigación ha sido revisada en detalle en 1 999 por Kheifets y Matkin [B15], Brainard y col. [B16], y en 2 001 por Erren [B21]. Las tres revisiones concluyen que nunca se han demostrado riesgos para la salud humana, pero que los datos eran insuficientes para demostrar que no puede existir un pequeño efecto.

24) ¿Qué se puede decir del estudio de 1 997 del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos que no muestra ninguna asociación entre líneas eléctricas y leucemia infantil?

Un estudio caso-control sobre líneas eléctricas y leucemia infantil, realizado por el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos, fue publicado en julio de 1 997 [C35]. Este era el mayor estudio realizado hasta la fecha (el estudio de 1 999 de McBride y col. [C44] que se discute en Q19J, es incluso más amplio), y no encuentra ninguna asociación entre campos medidos y leucemia infantil, ni entre códigos de cables y leucemia infantil.

Para una media ponderada en el tiempo superior a 0,2 microT en los dormitorios, el estudio encuentra un riesgo relativo de 1,2 (0,9-1,8), con una tendencia estadísticamente no significativa.

Para una "configuración muy alta intensidad" de código de cables (según lo definen Wertheimer y Leeper [C1]) el estudio encuentra un riesgo relativo de 0,9 (0,5-1,6).

El estudio era especialmente importante por la conclusión de un informe de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos (Q27E) de 1 996 que decía que la única evidencia epidemiológica para asociar líneas eléctricas y cáncer era la asociación entre categorías altas de códigos de cable y leucemia. El informe de la Academia Nacional de las Ciencias daba un riesgo relativo de 1,5 (1,2-1,8) para esta asociación, basándose en los cuatro estudios previos. Para esta misma definición de exposición, este estudio del Instituto Nacional del Cáncer encuentra un riesgo relativo de 1,0 (0,7-1,3).

Del resumen de los autores [C35]:

Estudios previos encontraron asociaciones entre leucemia infantil y medidas sustitutorias de exposición a campos magnéticos (el esquema de clasificación de las líneas eléctricas conocido como código de cables), pero no entre leucemia infantil y medidas de campo magnético residencial de 60 Hz...

Se incluyeron 638 niños con leucemia linfoblástica aguda (LLA)... y 620 controles en el estudio de exposición residencial a campos magnéticos generados por líneas eléctricas cercanas. En los domicilios actuales y en los anteriores... se midieron campos magnéticos

durante 24 horas en el dormitorio de cada niño... Un algoritmo informático asignó el código de cable al domicilio principal de cada caso... y al domicilio donde la familia hubiera vivido durante el embarazo de la madre con el caso...

El riesgo de leucemia linfoblástica aguda infantil no estaba relacionado con la media ponderada en el tiempo de los campos magnéticos residenciales... La razón de proporciones (OR) [parámetro similar al riesgo relativo] para leucemia linfoblástica aguda fue de 1,24 (intervalo de confianza al 95%, 0,86-1,79) para exposiciones de 0,2 microT (2 mG) o superiores... El riesgo de leucemia linfoblástica aguda no era mayor entre los niños cuyo domicilio estaba incluido en la categoría de código de cables más elevada [OR de 0,88 (0,48-1,63)]...

Nuestros resultados no proporcionan evidencia de que residir en casas caracterizadas por un campo magnético medido alto o por la categoría de código de cables más alta, incremente el riesgo de leucemia linfoblástica aguda infantil.

Del editorial de la misma revista [\[C36\]](#):

En los últimos años, varias comisiones y grupos de expertos han concluido que no hay una evidencia convincente de que las líneas eléctricas de alta tensión representen un peligro para la salud o produzcan cáncer. Y el peso de los mejores estudios epidemiológicos, incluyendo el reciente de Linet y col..., apoya esta conclusión. Es triste que tantos cientos de millones de dólares se hayan ido a estudios que nunca tuvieron grandes posibilidades de encontrar una forma de prevenir la tragedia del cáncer infantil. Los muchos estudios no concluyentes e inconsistentes han generado preocupación y miedo, y no han aportado tranquilidad a nadie. Los 18 años de investigaciones han provocado una considerable paranoia, pero poco conocimiento y ninguna prevención. Es el momento de dejar de malgastar recursos y, más bien, redirigirlos a investigaciones que sean capaces de descubrir las verdaderas causas de la leucemia que amenaza las vidas de nuestros hijos.

Ver también el análisis de los estudios sobre leucemia infantil en [Q13B](#) y el estudio canadiense de 1 999 que se discute en la siguiente pregunta.

25) ¿Qué se puede decir de los estudios canadienses de 1 999 sobre líneas eléctricas y leucemia infantil?

Dos estudios canadienses independientes sobre exposición a líneas eléctricas y leucemia infantil se han publicado en 1 999. McBride y col. [\[C44\]](#), el más amplio de los dos estudios, no encuentra ninguna asociación entre cualquier medida de la exposición y la incidencia de leucemia infantil. Green y col. [\[C45, C46\]](#), un estudio más reducido, encontró una asociación entre incidencia de leucemia infantil y alguna medida de la exposición.

McBride y col. [\[C44\]](#) es el estudio más amplio realizado hasta la fecha (399 casos y 399 controles emparejados), y no encuentra evidencia de ninguna asociación entre líneas eléctricas y leucemia infantil. El estudio es notable por su tamaño y por el amplio rango de parámetros de medida de la exposición probada. Junto con el estudio del Instituto

Nacional del Cáncer de Estados Unidos de 1 997 [C35], tratado en la anterior pregunta, este nuevo estudio en esencia elimina todas las bases de la sugerencia de una asociación causal entre exposición a campos generados por las líneas eléctricas y la incidencia de leucemia infantil.

Los hallazgos del estudio de McBride y col. [C44] son:

- Los campos medidos con monitores personales (promedios de 48 horas) no estaban asociados con leucemia infantil, con:
- Un riesgo relativo de 0,6 (0,3-1,2) para aquellos con la exposición más elevada a campos magnéticos (superior a 0,27 microT).
- Un riesgo relativo de 0,8 (0,5-1,5) para aquellos con la exposición más elevada a campos eléctricos (superior a 25 V/m).
- Los campos actuales medidos en las viviendas no estaban asociados con leucemia infantil, con:
- Un riesgo relativo de 0,7 (0,4-1,3) para aquellos con la exposición más elevada a campos magnéticos (superior a 0,27 microT).
- Las reconstrucciones históricas del campo magnético no estaban asociadas con leucemia infantil, con:
- Un riesgo relativo de 0,6 (0,3-1,1) para aquellos con la exposición más elevada 2 años antes del diagnóstico (superior a 0,27 microT).
- Un riesgo relativo de 1,0 (0,6-1,9) para aquellos con la exposición media durante toda la vida más alta (superior a 0,27 microT).
- Los códigos de cables no están asociados con leucemia infantil, con:
- Un riesgo relativo de 1,2 (0,6-2,3) para aquellos que residían en el momento del diagnóstico en una vivienda con una "configuración de muy alta intensidad" (según lo definen Wertheimer y Leeper [C1]).
- Un riesgo relativo de 0,8 (0,4-1,6) para aquellos que residían 2 años antes del diagnóstico en una vivienda con una "configuración de muy alta intensidad" (según lo definen Wertheimer y Leeper [C1]).
- Un riesgo relativo de 1,2 (0,7-1,9) para aquellos que residían en el momento del diagnóstico en una vivienda con una "configuración de alta intensidad" (según lo definen Kaune y Savitz [F6]).

Green y col. [C45, C46] es un estudio más reducido (201 casos y 406 controles emparejados), que incluye un subconjunto (88 casos y 133 controles) en el que se usaron monitores personales para evaluar la exposición. El estudio no encontró asociaciones significativas entre incidencia de leucemia infantil y código de cables, ni tampoco con campos eléctricos o magnéticos medidos en las viviendas. Los autores no han encontrado asociaciones significativas entre leucemia infantil y campos magnéticos medidos por los monitores personales y los campos magnéticos medidos en el exterior de la vivienda.

Los hallazgos específicos del estudio de Green y col. [C45, C46] son:

Los campos medidos con monitores personales (promedios de 48 horas) estaban asociados con leucemia infantil, con:

- Un riesgo relativo de 2,4 (1,0-5,5) para aquellos con la exposición a campos magnéticos más elevada (superior a 0,14 microT).
- Un riesgo relativo de 4,5 (1,3-16) para aquellos con la exposición más elevada a campos magnéticos (superior a 0,14 microT), cuando los datos eran "ajustados para el promedio de consumo eléctrico".
- Un riesgo relativo de 0,3 (0,1-0,9) para aquellos con la exposición a campos eléctricos más elevada (superior a 12 V/m).
- Los campos actuales medidos en las viviendas no estaban asociados con leucemia infantil, con:
 - Un riesgo relativo de 1,1 (0,3-4,1) para aquellos con los campos magnéticos en el dormitorio más elevados (superiores a 0,13 microT).
 - Un riesgo relativo de 1,5 (0,4-4,9) para aquellos con los campos magnéticos residenciales más elevados (superiores a 0,15 microT).
- Los campos actuales medidos en el exterior de las viviendas estaban asociados con leucemia infantil, con:
 - Un riesgo relativo de 3,5 (1,1-10,5) para aquellos con los campos magnéticos medidos en el exterior más elevados (superiores a 0,15 microT).
- Los códigos de cables no estaban asociados con leucemia infantil, con:
 - Un riesgo relativo de 0,8 (0,2-3,0) para aquellos que residían antes del diagnóstico en una vivienda con una "configuración de alta intensidad" (según lo definen Wertheimer y Leeper [C1]).
 - Un riesgo relativo de 0,9 (0,3-2,1) para aquellos que residían antes del diagnóstico en una vivienda con una "configuración de alta intensidad" (según lo definen Kaune y Savitz [F6]).

La asociación significativa entre leucemia infantil y campos medidos con monitores personales tal y como se muestra en Green y col. [C46] está en clara contradicción con la ausencia de asociación observada con la misma medida de la exposición en el más amplio estudio de McBride y col. [C44]. Para el mismo punto de corte en el cual Green y col. informaban de un riesgo relativo de 4,5 basándose en 29 casos expuestos, McBride y col. Informan de un riesgo relativo de 0,85 basándose en 71 casos expuestos.

El estudio es particularmente importante a la vista de la conclusión de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos (Q27E) en su informe de 1 996 de que la única evidencia de una relación entre líneas eléctricas y cáncer era la asociación entre códigos de cables altos y leucemia. El informe de la Academia Nacional de las Ciencias citaba un riesgo relativo de 1,5 (1,2 -1,8) para esta asociación basándose en los 4 estudios disponibles en ese momento. Juntando los datos de la Academia Nacional de las Ciencias con los 3 estudios posteriores sobre códigos de cables [C35, C43, C44, C45] resulta un riesgo relativo conjunto de 1,0 (0,9 -1,2), con una gran heterogeneidad.

Debe tenerse en cuenta que algunos (como el "grupo de trabajo" del NIEHS [A11] discutido en Q27F) han reinterpretado el estudio de 1 997 del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos [C35] como positivo, reanalizando los datos en base a poner el "punto de corte" en 0,3 microT para determinar quien estaba expuesto. Un análisis similar de los datos de McBride y col. [C44] dan un riesgo relativo de 0,7 (0,4 -1,2). El estudio de

Green y col. [C45] no puede analizarse de esta manera, porque no proporciona datos para definir puntos de corte por encima de 0,15 microT.

26) ¿Qué se puede decir del estudio británico de 1 999-2 000 sobre líneas eléctricas y leucemia infantil?

El ejemplar del 4 de diciembre de 1 999 de la revista Lancet incluía un informe de un amplio estudio sobre líneas eléctricas y cáncer infantil llevado a cabo en el Reino Unido [C49] y un resumen de otro estudio más pequeño sobre líneas eléctricas y leucemia infantil procedente de Nueva Zelanda [C48, C51]. Ambos estudios informan de que no hay una asociación significativa entre cáncer infantil y exposición a los campos generados por las líneas eléctricas. En noviembre de 2 000, los investigadores publicaron una continuación del estudio en la cual incluían casos adicionales y todas las fuentes externas de campos de frecuencia industrial (es decir, subestaciones y líneas de distribución además de las líneas de transporte) [C58].

El estudio británico [C49, C58] es un estudio caso-control sobre 3 380 niños con cáncer y un número similar de controles. Los campos magnéticos de frecuencia industrial se midieron en los domicilios y escuelas y esto se usó para calcular la exposición media durante el año previo al diagnóstico.

Según los autores [C58]:

"Nuestros resultados no proporcionan evidencias de que la proximidad a instalaciones eléctricas de transporte y distribución o la exposición a los campos magnéticos generados por estas instalaciones esté asociado con un incremento del riesgo de desarrollar leucemia infantil o cualquier otro tipo de cáncer infantil."

El estudio británico [C58] proporciona los siguientes riesgos relativos para niños expuestos a campos promedio de 0,2 microT o superiores:

- Leucemia total: 0,4 (0,1 -1,9)
- Tumores cerebrales: 0,5 (0,1 - 3,8)
- Otros cánceres: 0,9 (0,3-3,0)
- Tasa global de cáncer: 0,6 (0,2 -1,6)

Algunos tipos específicos de cáncer no pudieron analizarse de forma fiable para exposiciones superiores porque no había un número suficiente de casos expuestos. Sin embargo, sí había suficientes casos de cáncer infantil en total como para calcular un riesgo relativo en niños expuestos a campos promedio superiores de 0,4 microT o superiores:

Tasa global de cáncer en niños expuestos a campos de 0,4 microT o superiores: 0,5 (0,2-1,6)

La segunda parte del estudio del Reino Unido [\[C58\]](#) muestra los siguientes riesgos relativos para niños que viven a menos de 50 m de una línea eléctrica aérea:

- Leucemia total: 0,8 (0,5-1,3)
- Tumores cerebrales: 1,1 (0,6-2,1)
- Tasa global de cáncer: 0,9 (0,6-1,3)

El estudio de Nueva Zelanda [\[C48, C51\]](#) era mucho más pequeño (121 casos y sus controles emparejados), sólo evaluaba leucemias y valoraba tanto exposición a campos eléctricos como magnéticos. Los riesgos relativos fueron:

Leucemia y campos magnéticos superiores a 0,2 microT: 3,3 (0,5-24,0)
Leucemia y campos eléctricos superiores a 14 V/m: 1,3 (0,2-7,0)

En un comentario que acompaña a la primera parte del estudio [\[C50\]](#), Repacholi y Ahlbom, del "EMF Project" de la Organización Mundial de la Salud, argumentan que el estudio británico no es el estudio "definitivo" porque no investiga los "transitorios", porque sólo encontró un número relativamente pequeño de niños expuestos a campos promedio superiores a 0,4 microT y porque el estudio "era poco probable que afectara los resultados de los meta-análisis previos y las revisiones que sugieren un débil nexo entre exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial y cáncer infantil".

Cuando estos nuevos resultados se añaden a los de todos los estudios previos, el resumen de riesgos relativos para leucemia infantil y exposición a campos de frecuencia industrial es de 1,2 si se incluye el estudio original de Wertheimer y Leeper, y de 1,1 si se excluye.

27) ¿Qué criterios utilizan los científicos que son ponderados para evaluar los estudios de laboratorio y epidemiológicos sobre campos de frecuencia industrial y cáncer?

Existen una serie de criterios, ampliamente aceptados, para evaluar los estudios epidemiológicos y de laboratorio sobre agentes que puedan suponer un riesgo para la salud humana [\[A8, A9, A12, A13, E1\]](#). Se conocen como "Criterios de Hill" [\[E1\]](#). Bajo los criterios de Hill se examina la fuerza ([Q20A](#)) y la consistencia ([Q20B](#)) de la asociación entre exposición y riesgo, la evidencia de una relación dosis-respuesta ([Q20C](#)), la evidencia de laboratorio ([Q20D](#)) y la verosimilitud o plausibilidad biológica ([Q20E](#)).

Los criterios de Hill deberían aplicarse con precaución:

1. Examinar toda la literatura publicada al respecto; no es aceptable elegir sólo aquellos informes que apoyan la existencia de un riesgo para la salud.
2. Revisar directamente las fuentes de documentación importantes; no es adecuado basar los juicios únicamente en revisiones académicas o legislativas.
3. Cumplir cada criterio individualmente no es una cuestión de un sí o un no; el cumplimiento de un criterio puede variar de fuerte a moderado a débil y a inexistente.

4. Es importante distinguir la ausencia de evidencia del cumplimiento de un criterio (por ejemplo, que no existan datos relevantes), de datos que indiquen que el criterio no se cumple (por ejemplo, datos que muestren la no plausibilidad biológica o datos de laboratorio que contradigan la existencia de un riesgo).

Los criterios de Hill deberían ser contemplados como un conjunto; un criterio individual no es ni necesario ni suficiente para concluir que existe una relación causal entre la exposición a un agente y una enfermedad.

En conjunto, la aplicación de los criterios de Hill muestra que actualmente la evidencia de una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer oscila entre débil e inexistente [A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, K6, K7]. A continuación se lleva a cabo una evaluación detallada de los criterios.

28) Criterio 1: ¿Qué fuerza tiene la asociación entre exposición a campos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer?

El primer criterio de Hill es la **fuerza de la asociación** entre la exposición y el riesgo. Es decir, ¿existe un claro riesgo asociado a la exposición? Una asociación fuerte es aquella que tiene un riesgo relativo de 5 o superior. Por ejemplo, fumar tabaco muestra una fuerte asociación con cáncer de pulmón, con un riesgo relativo entre 10 y 30 veces mayor que para no fumadores. Un riesgo menor de, aproximadamente, 3 indica una asociación débil. Un riesgo menor de, aproximadamente, 1,5 no tiene casi significación, a menos que esté apoyado por otros datos.

La mayoría de los estudios positivos sobre campos de frecuencia industrial presentan unos valores de riesgo relativo de 2 o inferiores. Los estudios sobre leucemia en su conjunto tienen unos riesgos relativos de 0,8 -1,8; mientras que los estudios sobre tumores cerebrales presentan unos riesgos relativos de 0,8 -1,7. Esta es una asociación débil. Es interesante comprobar que al aumentar la sofisticación de los estudios, los valores de riesgo relativo no han aumentado. (en la versión nueva de Internet dice: han disminuido)

29) Criterio 2: ¿Qué consistencia tienen los estudios sobre la asociación la exposición a campos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer?

El segundo criterio Hill es el de la **consistencia** de los estudios. Es decir, ¿muestran la mayoría de los estudios aproximadamente el mismo nivel de riesgo para la misma enfermedad? Utilizando el mismo ejemplo del fumador, esencialmente todos los estudios sobre tabaco y cáncer mostraban un incremento del riesgo de cáncer de pulmón y de cabeza y cuello.

Muchos de los estudios sobre frecuencia industrial muestran un incremento de la incidencia algunos tipos de cáncer y para algunos tipos de exposición, pero muchos otros no (Q19B). Incluso los estudios positivos son inconsistentes unos con otros. Por ejemplo, mientras un estudio sueco de 1 993 [C19] muestra un incremento en la incidencia de leucemia infantil para una medida de la exposición, contradice estudios anteriores que mostraban un incremento de tumores cerebrales [B3] y un estudio danés paralelo [C17]

que muestra un incremento de linfomas infantiles, pero no de leucemias. Existen contradicciones similares en los estudios basados en los códigos de cables.

Muchos de los estudios son inconsistentes internamente. Por ejemplo, donde un estudio sueco de 1 993 [C19] muestra una asociación positiva de leucemia infantil con campos calculados retrospectivamente, muestra en cambio una asociación negativa con los campos medidos. El estudio tampoco muestra un aumento de la tasa global de cáncer infantil. Puesto que la leucemia representa, aproximadamente, un tercio de todo el cáncer infantil, esto implica que las tasas de otros tipos de cáncer eran menores de lo esperado; un examen de los datos indica que es cierto.

30) Criterio 3: ¿Existe una relación dosis-respuesta entre exposición a campos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer?

El tercer criterio de Hill es la evidencia de una **relación dosis-respuesta**. Es decir, ¿aumenta el riesgo cuando aumenta la exposición? Por ejemplo, cuanto más fuma una persona mayor es el riesgo de cáncer de pulmón.

Ningún estudio publicado sobre exposición a campos de frecuencia industrial ha mostrado una relación dosis-respuesta entre los campos medidos y tasas de cáncer, o entre distancias a líneas eléctricas de transporte y las tasas de cáncer. Sin embargo, existe cierta indicación de una dosis-respuesta en algunos de los estudios más antiguos de leucemia infantil cuando se usa el código de cables o los cálculos de los campos históricos como medida de la exposición [B9] o cuando los campos medidos y/o estimados se utilizan como parámetro de la exposición [C54, C57]. La ausencia de relación entre exposición e incremento en la incidencia de cáncer es una de las principales razones por la cual la mayoría de los científicos se muestran escépticos sobre la significación de la mayoría de la epidemiología.

No todas las relaciones entre dosis y riesgo pueden ser descritas por medio de simples curvas lineales sin valor umbral, en las que el riesgo es estrictamente proporcional a la dosis. Hay ejemplos conocidos de relaciones dosis-respuesta con un valor umbral, no lineales o con zonas planas. Por ejemplo, la incidencia del cáncer inducido por radiación ionizante en roedores se incrementa con la dosis, pero sólo hasta un cierto punto, a partir de ese punto la incidencia se estabiliza e incluso decae. Sin un conocimiento de los mecanismos que relacionan dosis y efecto es imposible predecir la forma y la magnitud de la relación dosis-respuesta.

31) Criterio 4: ¿Existe evidencia de laboratorio de una asociación entre exposición a campos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer?

El cuarto criterio de Hill es si existe **evidencia de laboratorio** que sugiera que existe un riesgo asociado a la exposición. Las asociaciones epidemiológicas se refuerzan mucho cuando hay evidencia de laboratorio de tal riesgo.

Los campos de frecuencia industrial muestran muy poca evidencia del tipo de efectos en células, tejidos o animales que sugiera que sean una causa de cáncer (Q16A, Q16B, Q16C, Q16D), o contribuyen al cáncer (Q16D, Q16E, Q16F, Q16G, Q17). De hecho, los

datos de laboratorio existentes muestran una fuerte evidencia de que los campos de frecuencia industrial, a las intensidades a las que están expuestas las personas, no son cancerígenos.

32) Criterio 5. ¿Existen mecanismos biológicos plausibles que sugieran una relación entre exposición a campos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer?

El quinto criterio de Hill es si existen **mecanismos biológicos plausibles** que sugieran que debería existir un riesgo. Cuando se comprende cómo un agente causa una enfermedad, es mucho más fácil interpretar los resultados epidemiológicos ambiguos. En el caso del fumador, aun cuando las pruebas directas de laboratorio relacionando fumar y cáncer eran débiles en el momento que se publicaba el informe del 'Surgeon General', la asociación era altamente plausible porque había conocidos agentes causantes de cáncer en el humo del tabaco.

De lo que se sabe sobre la física de los campos de frecuencia industrial y sus efectos sobre los sistemas biológicos (Q18) no hay razón ni siquiera para sospechar que supongan un riesgo para las personas, a los niveles de exposición asociados con la generación y distribución de electricidad. De hecho, la existencia de tal riesgo para la salud no es plausible, tanto física como biofísicamente.

33) ¿Podrían los estudios epidemiológicos sobre campos de frecuencia industrial y cáncer estar sesgados por los métodos empleados al seleccionar los grupos de control?

Un problema inherente a muchos de los estudios epidemiológicos es la dificultad de obtener un grupo "control" que sea idéntico al grupo "expuesto" en todas las características relacionadas con la enfermedad, excepto en la exposición. Esto es muy difícil de hacer en enfermedades como la leucemia y los tumores cerebrales, en las cuales los factores de riesgo son muy poco conocidos. Una complicación adicional radica en que, a menudo la gente tiene que dar su consentimiento para ser incluidos en el grupo de control de un estudio, y se sabe que la participación en estudios depende de factores (tales como el nivel socioeconómico, la raza y la profesión) que están relacionados con diferencias en las tasas de cáncer. En Jones y col. [C20] y Gurney y col. [C25] se pueden ver ejemplos de cómo el sesgo en la selección puede influir en un estudio sobre líneas eléctricas.

34) ¿Podrían los análisis de los estudios epidemiológicos sobre campos de frecuencia industrial y cáncer estar distorsionados por sesgos de publicación?

Se sabe que, en muchas áreas de investigación, es más fácil publicar los estudios positivos que los estudios negativos. Esto puede sesgar seriamente los meta análisis, como los comentados en Q13 y Q15. Este tipo de sesgo en la publicación incrementa los riesgos aparentes. Este es un problema todavía mayor en los estudios laborales que en los residenciales.

Se conocen varios ejemplos específicos de sesgo en la publicación en los estudios sobre profesiones relacionadas con la electricidad y el cáncer. En su revisión, Coleman y Beral

[B1] comentan los resultados de un estudio canadiense que obtuvo un riesgo relativo de 2,4 de leucemia en trabajadores eléctricos. El Concejo Nacional de Protección Radiológica británico (National Radiological Protection Board - NRPB) [B3] descubrió en una revisión posterior que dichos trabajadores canadienses mostraban una menor proporción de leucemia (un riesgo relativo de 0,6), pero este seguimiento jamás se publicó. Este es un ejemplo anecdótico, pero los sesgos de publicación suelen ser, por su propia naturaleza, anecdóticos.

Este es también un grave problema para los estudios de laboratorio; es mucho más fácil (y más satisfactorio) publicar estudios que muestran efectos que publicar estudios que no. Se puede ver un ejemplo en el trabajo de Cain y col. En 1993 publicaron un informe [G29] de que los campos de 60 Hz eran co-promotores en un sistema de transformación celular. Pero en 1993 y 1994, los mismos autores informaron en conferencias científicas que no podían repetir la co-promoción, y que experimentos posteriores mostraban incluso una disminución en la transformación en presencia de campos magnéticos de 60 Hz. Sin embargo, los últimos datos no se han publicado y, por lo tanto, únicamente el informe positivo aparece actualmente en la literatura revisada por expertos.

Un fenómeno similar ocurrió a principio de los años 90 sobre si la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial afectaba la transcripción genética. Existían informes publicados desde 1990 sobre efectos sobre la transcripción genética (por ejemplo, [H3]); pero también existían informes de conferencias científicas desde 1993 de que esos estudios no podían ser replicados. La controversia no se resolvió hasta que los cuatro primeros informes que decían que los estudios no podían ser replicados [G55, H14, H15, H22] aparecieron en la literatura revisada por expertos a finales de 1995.

Existen también "sesgos de información", que se refieren a situaciones en las cuales se hacen múltiples estudios, pero sólo algunos se presentan, y a situaciones en las cuales los resúmenes y/o las notas de prensa enfatizan aspectos no representativos del estudio. Los estudios suecos [C19, C21] son un ejemplo de ambos tipos de sesgo. El informe original, no publicado, utilizaba cierto número de definiciones distintas de la exposición, y estudiaba tanto niños como adultos. De todas las comparaciones, las asociaciones más fuertes se encontraron entre leucemia infantil y los campos calculados. La primera versión publicada en inglés omitía los datos sobre adultos y el resumen resaltaba los grupos, definiciones de exposición y tipos de cáncer en los que la asociación era más fuerte; los reportajes de prensa se basaron principalmente en ese resumen. La publicación posterior de la parte del estudio relativa a adultos [C19], que no muestra ninguna relación entre exposición e incidencia de cáncer, no ha tenido prácticamente ninguna cobertura informativa. El resultado es que unas pocas asociaciones positivas han sido destacadas de entre un grupo muchísimo mayor de asociaciones abrumadoramente no significativas.

Un informe de 1996 sobre cáncer de mama y exposición laboral [D23] proporciona otro ejemplo de sesgo de publicación. El estudio halló un aumento "modesto", pero no significativo, del cáncer de mama en trabajos con una "exposición potencial alta". La publicación en si mismo es muy prudente, pero la nota de prensa previa (que salió semanas antes de que el artículo estuviera disponible) decía "La exposición laboral a campos magnéticos incrementa el riesgo de cáncer de mama", y omitía todas las precauciones.

35) ¿Cuál es la evidencia más sólida a favor de una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer?

La mejor evidencia de una relación entre cáncer y campos de frecuencia industrial es, probablemente:

Los cuatro estudios epidemiológicos que muestran una correlación entre leucemia infantil y la proximidad a configuraciones de código de cables de alta intensidad [C1, C6, C12, C19] más el meta-análisis de los estudios escandinavos [B4] (ver Q14).

Aviso: Los estudios de 1 997-1 999 (del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos ?) discutidos en Q19H, Q19J y Q19K han erosionado seriamente la validez de este argumento.

Los análisis combinados (meta-análisis) de múltiples estudios sobre los campos generados por las líneas eléctricas [C54, C57] que muestran que para campos medidos o estimados hay un incremento de la incidencia de leucemia infantil en los niños incluidos en el grupo más expuesto.

Aviso: En otras áreas de la medicina los meta análisis de muchos estudios pequeños se contradicen a menudo con estudios posteriores definitivos [L51].

La sugerencia de una relación dosis-respuesta (Q20C) en algunos de los estudios de leucemia infantil [B9, C54, C57].

Los estudios epidemiológicos (Q13) que muestran una correlación entre trabajos eléctricos y cáncer, especialmente leucemia [B17, D9, D11, D12, D19] y tumores cerebrales [B6, B17, D21].

Los estudios de laboratorio que muestran que los campos de frecuencia industrial producen bioefectos (Q18A).

Aviso: Muchos de estos efectos no tienen relación conocida con el cáncer, o no han sido replicados nunca, o se ha fracasado al intentar replicarlos (Q18A), o se dan sólo con exposiciones muy superiores a las que realmente se encuentran en ambientes residenciales y laborales.

(Q18A). Probablemente, el informe reciente más interesante de efectos biológicos es el de Liburdy y col. [H7], que dice que un campo de 1,2 microT podría anular la inhibición que ejerce la melatonina sobre el crecimiento de una línea celular de cáncer de mama.

Cuidado: Muchos de estos efectos no tienen relación conocida con el cáncer, o no han sido replicados nunca, o ha sido imposible replicarlos (Q18A), o se dan sólo con exposiciones muy superiores a las que realmente se encuentran en ambientes residenciales y laborales.

El informe [G60] de que campos de frecuencia industrial pueden originar roturas de hebras de ADN en células de cerebro de rata.

Aviso: Este estudio sobre frecuencia industrial no ha pasado la primera prueba de confirmación [G109]. El grupo que informó de la rotura de hebras de ADN con campos de frecuencia industrial también informó de roturas de hebras de ADN con microondas utilizando el mismo método de análisis, y los resultados sobre microondas no han podido ser replicados en tres intentos independientes. Los otros seis grupos [G6, G20, G37, G99, G104, G109] que han buscado evidencias de que los campos de frecuencia industrial provocan roturas de hebras de ADN no han encontrado nada.

Los estudios de laboratorio (Q16E) que proporcionan evidencias de que los campos magnéticos de frecuencia industrial pueden ser promotores del cáncer de mama inducido químicamente [G16, G26, G50, G86].

Aviso: Estos estudios deben interpretarse con mucha cautela, ya que no han podido ser replicados en tres intentos independientes [G69, G73, G85]. Ver la discusión en Q16 (y ver Boorman y col. [K8] y Anderson y col. [K11]) para algunos de los problemas con estos estudios.

Los estudios que muestran que campos intensos pueden aumentar el ritmo de crecimiento de tumores [G18, G26, G39, G50] y células [G8, G42, G46] (ver Q17A).

Los estudios que muestran que los campos pueden causar [G35, H29] o modular [G29] la transformación celular neoplásica (Q16D).

Aviso: Estos estudios de transformación celular no han podido ser replicados o confirmados tras numerosos intentos (Q16D).

36) ¿Cuál es la evidencia más importante *en contra* de una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer?

La mejor evidencia de que no existe ninguna relación entre cáncer y campos de frecuencia industrial es, probablemente:

1. El análisis con los criterios de Hill del conjunto de todos los estudios epidemiológicos y de laboratorio, que muestra que la evidencia de una relación causal va de débil a inexistente (Q20).
2. El hecho de que las asociaciones epidemiológicas son débiles (Q20A) e inconsistentes (Q20B); y que generalmente no muestran ninguna relación dosis-respuesta (Q20C).
3. El hecho de que los estudios epidemiológicos recientes no han podido encontrar ninguna evidencia significativa de una asociación entre líneas eléctricas y tumores cerebrales o leucemia infantil (Q19A, Q19H, Q19J, 19K).
4. El hecho de que la exposición de animales durante largo tiempo a campos de frecuencia industrial no produce cáncer (Q16B).
5. El hecho de que los estudios de laboratorio sobre genotoxicidad han sido mayoritariamente negativos (Q16A, Q16B, Q16C, Q16D).

6. El hecho de que la mayoría de los estudios de laboratorio sobre actividad epigenética han sido negativos, y que los pocos estudios positivos han utilizado campos mucho más intensos que a los que la población está realmente expuesta ([Q16D](#), [Q16E](#), [Q16F](#)).
7. Los análisis biofísicos que indican que "cualquier efecto biológico a nivel celular de campos débiles (por debajo de 5 microT) de frecuencia extremadamente baja deben buscarse fuera del ámbito de la física convencional" ([Q18B](#)).
8. El hecho de que los problemas de las múltiples comparaciones cuestionan la significación estadística de todos los estudios epidemiológicos positivos ([Q21E](#)).
9. El rechazo reiterado de la idea de que hay datos convincentes que respalden una relación causal entre exposición a campos de frecuencia industrial y cáncer por parte de todos los grupos científicos que en la última década han analizado este tema [por ejemplo, [A1](#), [A2](#), [A3](#), [A4](#), [A7](#), [A11](#), [A15](#), [A16](#), [A17](#), [A19](#), [A20](#)].
10. El argumento de Jackson ([E9](#)) y Olsen ([C17](#)) de que una relación entre cáncer y líneas eléctricas es poco probable, ya que las tasas de leucemia en niños y adultos se han mantenido estables durante el periodo de tiempo en el cual el consumo de energía per capita ha aumentado considerablemente. Este argumento presupone que la exposición ha aumentado en paralelo con el consumo, pero hasta hace poco había pocos datos históricos relevantes para apoyar esta suposición. Sin embargo, Swanson ([F25](#)) ha analizado el consumo de energía en el Reino Unido entre 1 949 y 1 989, y ha calculado que la exposición residencial media se ha incrementado en un factor de casi 5. Esto da una considerable solidez a este argumento.
11. El hecho de que la "controversia líneas eléctricas-cáncer tenga muchas de las características de la ciencia patológica ([L29](#)).

37) ¿Existe alguna evidencia de que los campos de frecuencia industrial causen algún efecto sobre la salud de las personas, como abortos, malformaciones congénitas, enfermedad de Alzheimer, esclerosis múltiple, suicidio o trastornos del sueño?

Aunque este documento de preguntas más frecuentes y la mayor parte de la preocupación pública se ha centrado en el cáncer, también se ha sugerido que puede haber una relación entre exposición a radiación electromagnética no ionizante y diversos problemas de salud humana.

La preocupación sobre abortos y malformaciones congénitas se ha centrado tanto sobre las pantallas de visualización como sobre líneas eléctricas. Hay poco apoyo epidemiológico ([J1](#), [J5](#), [J6](#), [J9](#), [J10](#), [J12](#), [J15](#), [J18](#), [J19](#), [J24](#)) ni de laboratorio ([J4](#), [J12](#), [J13](#), [J15](#), [J22](#), [J23](#)) de una relación entre exposición a radiación electromagnética no ionizante y malformaciones congénitas. Cox y col. ([J3](#)), Chernoff y col. ([J2](#)), Brent y col. ([J7](#)), Robert ([J16](#)), Huuskonen y col. ([J12](#)), Brent ([J15](#)) y Shaw ([J24](#)) han revisado este tema en detalle.

En 1 999, Ryan y col. ([J14](#)) informaron que la exposición de ratones a campos de frecuencia industrial de 2, 2 000 ó 10 000 microT durante múltiples generaciones no tuvo efecto en la fertilidad o en las malformaciones congénitas. En un segundo estudio en el año 2 000, Ryan y col. ([J17](#)) informaron de que añadiendo armónicos a la exposición tampoco se vieron efectos sobre la reproducción. Por contra, Al-Akhras y col. ([J21](#))

informaron en 2 001 que la exposición de ratas a campos de 25 microT provocaba infertilidad masculina y femenina.

En 1 996, hubo un informe sobre un exceso de enfermedad de Alzheimer en trabajos con una "probable exposición" a campos de frecuencia industrial [E16]. Ese estudio mostraba que modistos, costureros y sastres tienen mayores tasas de enfermedad de Alzheimer, y que estos grupos estaban expuestos a campos de frecuencia industrial por las máquinas de coser; el estudio no encontró un exceso de enfermedad de Alzheimer en ninguna otra profesión eléctrica. Estudios más recientes no han encontrado excesos de enfermedad de Alzheimer en trabajadores del sector eléctrico [D32, D38] o en otras profesiones con exposición a campos de frecuencia industrial [D38].

En 1 998, Sastre y col. [Bioelectromag 19:98-106, 1 998] informaron de que la exposición de voluntarios a campos magnéticos de frecuencia industrial causó cambios en la tasa de variabilidad de la frecuencia cardíaca. En un estudio de 1 999 motivado por la hipótesis formulada por Sastre y col., Savitz y col. [D36] informaron de que la exposición laboral a campos de frecuencia industrial estaba asociada con un incremento de la incidencia de ciertos tipos de dolencias cardíacas. En estudios relacionados, Sait y col. [E22] informaron de que la exposición de voluntarios a campos de frecuencia industrial de 15 microT causaba un pequeño descenso de la tasa de variabilidad de la frecuencia cardíaca. Sin embargo, en 2 000, Graham, Sastre y col. [L44, L45] informaron de que no podían replicar los resultados de Sastre y col. en 1 998, incluso con campos más intensos.

Se han evaluado otros posibles efectos sobre la salud humana en estudios individuales:

1. En 1 999, Johansen y col. [D37] no halló una asociación significativa de esclerosis múltiple con exposición laboral a campos de frecuencia industrial.
2. En 1 999, Graham y col. [L42] informaron de que la exposición de voluntarios a campos de 14 ó 28 microT a 60 Hz no causó efectos neurofisiológicos, y que no había evidencias de que los voluntarios pudieran sentir el campo.
3. En 1 999 Graham y Cook [L43] informaron de que la exposición de voluntarios a campos de 28 microT a 60 Hz causó trastornos del sueño si la exposición era intermitente, pero no si era continua.
4. En 2 000, van Wijngaarden y col. [D41] informaron de una asociación entre suicidio y exposición a campos de frecuencia industrial en trabajadores varones del sector eléctrico.

38) ¿Existen recomendaciones especiales de exposición a campos de frecuencia industrial para personas que llevan marcapasos?

El funcionamiento de los marcapasos puede verse afectado por la línea por campos de frecuencia industrial. En algunos ambientes laborales pueden existir campos lo suficientemente elevados como para interferir con el funcionamiento de los marcapasos [L10, L11], y puede que incluso existan en algunos ambientes no laborales [L0, L11]. La sensibilidad de los marcapasos cardíacos y la gravedad de los efectos dependen mucho del diseño y modelo [L0, L10, L11].

Esta es, probablemente, una situación en la que el campo eléctrico es, por lo menos, tan importante como el campo magnético. ICNIRP [M6] calculó que campos de frecuencia industrial de 15 microT podían originar interferencias, pero declaró que sólo existe una "pequeña probabilidad" de un mal funcionamiento por debajo de 100-200 microT. NRPB-UK [M4] declaró que "es poco probable que ocurran interferencias" por debajo de 20 microT. ACGIH [M5] establece un límite laboral formal para portadores de marcapasos de 100 microT. Basándonos en estas fuentes, parece poco probable que una línea eléctrica produzca interferencias (Q10).

Sin embargo, por lo menos un estudio de marcapasos muestra que campos elevados de frecuencia industrial de 5 000 V/m podrían causar interferencias en algunos modelos [L0]; y otro sugiere que puede haber interferencias con un campo eléctrico de 1 500 V/m [L10]. Campos eléctricos tan altos no se dan en la gran mayoría de las viviendas o en las cercanías de una línea de distribución, pero este nivel podría sobrepasarse en la calle de una línea de transporte a alta tensión (Q10).

Los portadores de marcapasos que trabajen o vivan en ambientes donde haya instalaciones capaces de producir una interferencia significativa deberían informar al médico que les realizó el implante. Debe aconsejarse a los portadores de marcapasos que tengan cierta precaución cuando estén cerca de líneas de transporte de energía eléctrica, en especial líneas con voltajes de 230 kV o superiores. Las mismas precauciones son, probablemente, aplicables a desfibriladores y dispositivos biomédicos implantables.

39) ¿Qué artículos proporcionan una buena visión de conjunto?

Realmente, no hay ninguna revisión actualizada y exhaustiva sobre campos de frecuencia industrial y salud humana.

Revisiones exhaustivas sobre campos de frecuencia industrial y salud humana:

1. El informe de 1 996 de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos [A7] (ver Q27E) está básicamente restringido a exposiciones residenciales y está un poco obsoleto.
2. El informe del "grupo de trabajo" del NIEHS [A11] (ver Q27F) es exhaustivo, pero su organización y su estilo hace que sea difícil de leer.
3. La revisión de 1 999 de la Academia Nacional de las Ciencias proporciona una visión de conjunto del amplio trabajo de laboratorio realizado en el programa EMF-RAPID de Estados Unidos, gran parte del cual no ha sido publicado todavía (pero ver el número especial de mayo de 2 000 de Radiation Research [A18]).
4. El informe de 1 999 del NIEHS para el Congreso de Estados Unidos [A16] proporciona una compacta revisión de los campos de frecuencia industrial y la salud humana, y está disponible en internet en <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/>.
5. Las revisiones de Davis y col. [A1], Doll y col. [B3] y las dos revisiones francesas [A3, A4] son buenas, pero se publicaron antes de que estuvieran disponibles muchos de los estudios más importantes y en la actualidad realmente sólo tienen un interés histórico.

6. La revisión de 1 998 de Moulder [A12] proviene directamente de una versión de principios de 1 998 de este documento de preguntas más frecuentes.
7. La declaración de 1 999 del Comité sobre Hombre y Radiaciones (Committee on Man and Radiation, COMAR) de IEEE [A17], "Posibles efectos para la salud derivados de la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial", está disponible en: <http://homepage.seas.upenn.edu/~kfoster/powerfreq.htm>.
8. La revisión de 2 000 review de Preece y col. [A19] se centra en el tema de la leucemia infantil.

Un resumen de las investigaciones japonesas sobre los efectos biológicos y sobre la salud de los campos de frecuencia industrial [A21].

Revisiones razonablemente actualizadas (de 1 996 o posteriores) de áreas específicas:

- Meinert y Michaelis [B8] revisan recientemente la epidemiología sobre cáncer y exposición residencial.
- Miller y col. [B13] revisan tanto los estudios residenciales como los laborales.
- Li y col. [B10] revisan los estudios epidemiológicos sobre líneas eléctricas y cáncer en adultos.
- McCann y col. [K7] han revisado los estudios de carcinogénesis animal.
- Moulder [K6] y Lacy-Hulbert y col. [A10] revisan la evidencia biológica de carcinogénesis.
- Kavet [A8] revisa los conocimientos actuales sobre carcinogénesis, haciendo énfasis en cómo se podría aplicar a los campos de frecuencia industrial.
- Foster y col. [A9] revisan la evaluación de riesgos y cómo se aplica a la exposición a campos electromagnéticos.
- Robert [J16], Huuskonen y col. [J12] y Brent [J15] revisan la evidencia de laboratorio y epidemiológica sobre malformaciones congénitas asociadas con campos de frecuencia industrial.
- Valberg y col. [F23] revisan la plausibilidad de los mecanismos de interacción propuestos entre campos de frecuencia industrial y sistemas biológicos.
- McCann y col. [K2] revisan los estudios sobre genotoxicidad realizados con campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial.
- McCann y col. [A13] revisan los aspectos de evaluación del riesgo de cáncer aplicados a campos de frecuencia industrial.
- Moulder y Foster [A14] revisan aspectos de evaluación del riesgo de cáncer aplicados específicamente a campos *eléctricos* (no magnéticos) de frecuencia industrial.

40) ¿Cuáles son las recomendaciones de exposición a campos de frecuencia industrial para público en general?

NRPB-UK [M4]:

50 Hz: 1 600 microT (16 G) y 12 kV/m

60 Hz: 1 330 microT (13,3 G) y 10 kV/m

Este documento también contiene recomendaciones para otras frecuencias.

ICNIRP [\[M6\]](#)

50 Hz: 100 microT (1 G) y 5 kV/m

60 Hz: 84 microT (0,84 G) y 4,2 kV/m

Este documento también contiene recomendaciones para otras frecuencias.

41) ¿Qué dice el informe de 1 996 del Concejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (U.S. National Research Council)?

En 1 991, el Congreso de Estados Unidos pidió a la **Academia Nacional de las Ciencias** que revisara la literatura sobre los posibles riesgos para la salud de la exposición residencial a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial. En respuesta, el **Concejo Nacional de Investigación**, la rama de investigación de la Academia Nacional de las Ciencias, organizó un comité de epidemiólogos, biólogos, químicos y físicos expertos en cáncer, toxicología reproductiva y efectos neurobiológicos. Algunos miembros habían pasado sus carreras profesionales estudiando los efectos de los campos eléctricos y magnéticos, y algunos eran nuevos en esta área. El comité emitió su informe en noviembre de 1 996 [\[A7\]](#). Lo que sigue a continuación son citas textuales del resumen ejecutivo.

Conclusiones del comité

"Basándonos en una evaluación exhaustiva de los estudios publicados sobre los efectos de los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial en células, tejidos y organismos (incluyendo seres humanos), la conclusión del comité es que la evidencia disponible no muestra que la exposición a estos campos represente un peligro para la salud de las personas."

"Ninguna evidencia concluyente y consistente muestra que la exposición residencial a campos eléctricos y magnéticos produzca cáncer, efectos neurocomportamentales adversos o efectos en la reproducción y el desarrollo."

"A niveles de exposición muy por encima de los encontrados normalmente en viviendas, los campos eléctricos y magnéticos pueden producir efectos biológicos... pero estos efectos no proporcionan una imagen consistente de una relación con riesgos para la salud."

"En muchos estudios persiste una asociación entre configuración o código de cables en las viviendas y leucemia infantil, aunque el factor causal responsable de esa asociación estadística no ha sido identificado."

Epidemiología

"El motivo que ha empujado a continuar el estudio de los efectos biológicos de los campos eléctricos y magnéticos ha sido la persistencia de los estudios epidemiológicos en mostrar una asociación entre una estimación hipotética de la exposición a campos eléctricos y

magnéticos, llamada la clasificación de código de cables, y la incidencia de leucemia infantil."

"Residir en casas clasificadas en la categoría de configuración de cables alta se asocia con un exceso de riesgo aproximadamente 1,5 veces mayor de leucemia infantil, una enfermedad poco frecuente."

"Las clasificaciones del código de cables se correlacionan con muchos factores, tales como la antigüedad de la casa, densidad de casas y densidad de tráfico en el barrio, pero muestran una débil asociación con campos magnéticos residenciales medidos."

"No se ha encontrado ninguna asociación entre incidencia de leucemia infantil y exposición a campo magnético en los estudios epidemiológicos que estimaron la exposición midiendo el promedio del campo magnético."

"Los estudios no han identificado factores que expliquen la asociación entre código de cables y leucemia infantil. Aunque se conocen varios factores que se correlacionan con clasificaciones del código de cables, ninguno resalta como un probable factor causal."

"[La] evidencia epidemiológica no apoya las posibles asociaciones de campos magnéticos con cáncer en adultos, resultado del embarazo, alteraciones neurocomportamentales y cáncer infantil distinto a la leucemia."

Evaluación de la exposición

"Los campos magnéticos de la magnitud que se encuentran en domicilios inducen corrientes dentro del cuerpo humano que son, en general, mucho más pequeñas que las corrientes inducidas de forma natural por el funcionamiento de los nervios y músculos."

"Sin embargo, las intensidades más altas a las que alguien puede estar expuesto en su domicilio (las asociadas con electrodomésticos) pueden producir campos eléctricos en una pequeña zona del cuerpo comparable, o incluso mayores, que los campos que se dan de forma natural."

Las densidades de corriente endógenas en la superficie del cuerpo (internamente se dan densidades más altas) asociadas con la actividad eléctrica de las células nerviosas son del orden de 1 mA/m²... Por lo tanto, las corrientes típicas inducidas externamente son 1 000 veces menores que las corrientes que se dan de forma natural."

"Como los mecanismos por los cuales los campos eléctricos y magnéticos pueden producir efectos adversos para la salud son desconocidos, las características de los campos eléctricos y magnéticos que deben medirse para probar la relación de estos campos con la enfermedad no están claras."

Efectos celulares y moleculares

"Las exposiciones a campos magnéticos de 50-60 Hz de intensidad similar a la exposición residencial típica (0,01-1 microT) no producen ningún efecto significativo *in vitro* que haya sido replicado en estudios independientes."

"Se han observado cambios reproducibles en aspectos específicos de las vías celulares de transducción de señales con exposiciones a campos magnéticos del orden de 100 microT y superiores."

"A intensidades de campo superiores a 50 microT se han observado resultados positivos creíbles para cambios en concentraciones intracelulares de calcio y cambios más generales en la expresión de genes y en componentes de la transducción de señales."

"Sin embargo, no se ha observado genotoxicidad reproducible a ninguna intensidad de campo."

"La conclusión global, basada en la evaluación de estos estudios, es que la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 50-60 Hz inducen cambios en células cultivadas sólo a intensidades de campo que exceden las intensidades típicas residenciales en un factor de 1 000 a 100 000."

Efectos en animales y tejidos

"No hay una evidencia convincente de que la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60 Hz cause cáncer en animales."

Realmente, no hay ninguna revisión actualizada y exhaustiva sobre campos de frecuencia industrial y salud humana.

"Un área en la que hay cierta evidencia de laboratorio de un efecto relacionado con la salud es que animales tratados con cancerígenos muestran una relación positiva entre exposición a campo magnético intenso e incidencia del cáncer de mama."

"No hay evidencia de ningún efecto adverso sobre la reproducción o desarrollo de animales, en especial mamíferos, por la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial, 50-60 Hz."

"Existe evidencia convincente de efectos sobre el comportamiento para campos eléctricos y magnéticos considerablemente mayores que los encontrados en ambientes residenciales; sin embargo, no se han demostrado efectos neurocomportamentales adversos de campos aún más intensos."

"Se han observado cambios neuroendocrinos asociados con la exposición a campo magnético; sin embargo, no se ha demostrado que la alteración en la función neuroendocrina por exposición a campos magnéticos sea causa de efectos nocivos para la salud."

"A pesar de la reducción de la concentración de melatonina en sangre y glándula pineal observada en algunos animales, como consecuencia de la exposición a campo magnético, los estudios hechos hasta la fecha en humanos no muestran, hasta la fecha, una evidencia concluyente de que la concentración de melatonina responda de igual manera... En los animales en los que se han observado cambios en la melatonina, no se ha comprobado que los efectos nocivos para la salud estén asociados a la disminución de melatonina relacionada con los campos eléctricos o magnéticos."

En 1999 la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos hizo unos comentarios adicionales sobre el tema, cuando se les pidió que revisaran la investigación dirigida por NIEHS bajo la Energy Policy Act de 1992 (el programa denominado **EMF-RAPID** [A15, A18]).

En este informe la Academia Nacional de las Ciencias concluyó [A15]:

"El programa de investigación biológica de NIEHS llegó a dos importantes conclusiones que reducen en cierta manera la preocupación sobre si el uso de la energía eléctrica podría tener efectos nocivos para la salud.

La primera contribución fue el esfuerzo para replicar los informes anteriores de efectos biológicos... Todos los intentos de replicación en el programa EMF-RAPID han dado resultados negativos o equívocos...

La segunda contribución importante fue la finalización de varias investigaciones sobre la relación entre exposición a campo magnético y cáncer a través de experimentos controlados de laboratorio en animales. Casi todos los estudios en animales relevantes para la cuestión del cáncer [y los campos de frecuencia industrial] han aportado resultados negativos incluso a niveles de campo varios órdenes de magnitud más elevados que los niveles típicos de exposición humana."

"La investigación biológica del EMF-RAPID ha aportado poca evidencia que apoye la hipótesis de que existe una relación entre campos de frecuencia industrial y cáncer...

Los resultados *in vivo* no apoyan la existencia de un efecto [de los campos de frecuencia industrial] en la iniciación, promoción o progresión del cáncer...

No existe evidencia ningún efecto fuerte y replicado sobre el desarrollo del cáncer."

"Los resultados del programa EMF-RAPID no apoyan la suposición de que el uso de la energía eléctrica suponga un gran riesgo no reconocido para la salud pública."

"El comité recomienda que se financie ningún programa de investigación especial adicional sobre los posibles efectos en la salud de los campos magnéticos de frecuencia industrial."

Ver los comentarios del comité de la Academia Nacional de las Ciencias sobre el informe del "grupo de trabajo" del NIEHS en la siguiente pregunta.

42) ¿Dice un informe de 1 998 del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente de Estados Unidos (U.S. National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS) que los campos de frecuencia industrial son un "posible" cancerígeno?

En junio de 1 998, el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente de EE.UU. (U.S. National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS) emitió una nota de prensa declarando que un grupo internacional de expertos había votado que los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial deben ser considerados como un "posible carcinógeno humano", pero no como un "probable" carcinógeno humano.

En 1 997-98, NIEHS organizó una serie de conferencias científicas para evaluar "los posibles efectos sobre la salud de la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja". Los informes generados en esas conferencias se utilizaron para ayudar a NIEHS a preparar un informe al Congreso de Estados Unidos ([Q27G](#)).

La última de la serie de conferencias organizadas por NIEHS (denominada "grupo de trabajo") evaluó la evidencia de efectos sobre la salud humana siguiendo las reglas de la **Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer** (International Agency for Research on Cancer, **IARC**). El informe del *grupo de trabajo* [\[A11\]](#) fue publicado el 30 de julio de 1 998 y está disponible en: <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/>

Al contrario que la mayoría de las aproximaciones actuales a la evaluación del riesgo (ver [\[Q20\]](#), las normas de la IARC utilizadas por el "grupo de trabajo" (ver [Tabla](#) siguiente) ponían un gran énfasis en los estudios epidemiológicos y prestaba mucha menos atención a los estudios sobre animales y mecanismos.

El "grupo de trabajo" concluyó de forma unánime que los campos de frecuencia industrial no son un agente de clase 1 o clase 2A de IARC; es decir, que no son un "conocido cancerígeno para humanos" o un "probable cancerígeno para humanos" (ver [Tabla](#) siguiente). La mayoría del "grupo de trabajo" concluyó que los campos de frecuencia industrial deben ser clasificados en la categoría 2B de IARC; es decir, que son un "posible cancerígeno para humanos". Otros agentes clasificados de forma similar por IARC como "posibles cancerígenos para humanos" incluyen café, sacarina y el humo de los automóviles. Una substancial minoría del "grupo de trabajo" concluyó que la evidencia ni siquiera era suficiente para clasificar los campos de frecuencia industrial en la categoría 2B de IARC. Una substancial minoría del grupo de trabajo concluyó que la evidencia ni siquiera era suficiente para clasificar los campos de frecuencia industrial en la categoría 2B de IARC. Otros agentes clasificados de forma similar por IARC como "posibles cancerígenos para humanos" incluyen café, sacarina y el humo de los automóviles.

De acuerdo con el informe del "grupo de trabajo", la clasificación en la categoría 2B de IARC se basó fundamentalmente en la "limitada evidencia epidemiológica" de que la exposición residencial a campos de frecuencia industrial estaba asociada con leucemia infantil. "Limitada evidencia epidemiológica" significa, según el esquema de IARC, que: "Se ha observado una asociación positiva entre exposición... y cáncer para la que una

interpretación causal se considera creíble, pero el azar, sesgos o factores de confusión no pueden descartarse con un grado de confianza razonable."

El "grupo de trabajo" también concluyó que los estudios experimentales en animales "no apoyan ni refutan" los estudios epidemiológicos, y que los estudios sobre mecanismos no proporcionan apoyo a los estudios epidemiológicos.

El "grupo de trabajo" concluyó que la evidencia epidemiológica y experimental es "inadecuada" (ver [Tabla](#) siguiente) para sugerir que la exposición a campos de frecuencia industrial es una "posible" causa de cualquier tipo de cáncer aparte de leucemia. El "grupo de trabajo" también concluyó que la evidencia epidemiológica y experimental es "inadecuada" (ver [Tabla](#) siguiente) para sugerir que la exposición a campos de frecuencia industrial es una "posible" causa de efectos adversos para la salud humana aparte del cáncer.

Algunos han interpretado las conclusiones del "grupo de trabajo" como una contradicción respecto a lo que en 1 996 dijo la Academia Nacional de las Ciencias ([Q27E](#)) y en 1 999 dijo el NIEHS en su informe al Congreso ([Q27G](#)). De hecho, la parte principal del informe del "grupo de trabajo" del NIEHS ([A11](#)) es bastante compatible tanto con el informe de la Academia Nacional de las Ciencias ([A7](#)) como con el informe del NIEHS de 1 999 ([A16](#)). En particular, los tres informes están de acuerdo en que no se ha establecido ninguna asociación causal entre cáncer y exposición a campos de frecuencia industrial. La aparente diferencia entre los informes es debida a la metodología para la evaluación del riesgo utilizada por el "grupo de trabajo" del NIEHS.

En 1 999 la Academia Nacional de las Ciencias hizo unos comentarios sobre el "informe de grupo de trabajo" ([A15](#)). Concluyeron:

"Cuando el informe del grupo de trabajo se considera en detalle, el dramático contraste entre el informe del Comité del Concejo de Investigación ([A7](#)) y el informe del NIEHS ([A11](#)) -- "no efecto" frente a "probable carcinógeno" -- se reduce; y cuando se tienen en cuenta las diferencias entre los dos procesos de evaluación utilizados, se entienden las diferencias en las conclusiones. Este comité concluye que, sin embargo, las conclusiones de 1 997 del informe del comité del Concejo de Investigación transmiten al público de forma más precisa las implicaciones en la salud de la investigación subyacente."

El esquema de clasificación de IARC utilizado por el "grupo de trabajo" se basa fundamentalmente en la evidencia epidemiológica (ver [Tabla](#) siguiente y la [página web de IARC](#)). La evidencia de carcinogenicidad animal se considera secundaria, y otros tipos de estudios de laboratorio (como los ensayos de actividad genotóxica o epigenética) casi ni se mencionan. Los argumentos de plausibilidad biológica/biofísica prácticamente son ignorados en el esquema de clasificación de la IARC.

Por "posible cancerígeno para humanos", el "grupo de trabajo" del NIEHS quiere decir, explícitamente, categoría 2B de IARC. Tal y como se muestra en la [Tabla](#) siguiente, la clasificación en la categoría 2B sólo requiere una débil evidencia epidemiológica de asociación. No es necesaria ninguna confirmación de laboratorio o plausibilidad biológica/biofísica para situar algo en la categoría 2B. De hecho, una vez que en

epidemiología se sugiere la existencia de una asociación, "posible carcinógeno humano" es la categoría más baja permitida por el esquema de la IARC.

Es importante reseñar que el "grupo de trabajo" de NIEHS rechazó de forma unánime la conclusión de que los campos de frecuencia industrial fueran "probables" (categoría 2A de IARC) o "demostrados" (categoría 1 de IARC) cancerígenos para humanos.

Clasificación de Cancerígenos Humanos de la Agencia Internacional para la Investigación Sobre el Cáncer (IARC)			
Categoría	Datos de Apoyo Necesarios para la Clasificación en el Grupo (ver la siguiente tabla para las definiciones de los términos)	Ejemplos	Número de Agentes Clasificados (hasta Dic-2 000)
Categoría 1: El agente es <i>cancerígeno</i> para humanos.	Evidencia epidemiológica suficiente	Bebidas alcohólicas Asbestos Benzeno Radón, Rayos X Tabaco	78
Categoría 2A: El agente es un <i>probable cancerígeno</i> para humanos.	Evidencia epidemiológica limitada o inadecuada más evidencia animal suficiente	Creosote Humos de diesel Formaldehido PCB's Lámparas bronceadoras	63
Categoría 2B: El agente es un <i>posible cancerígeno</i> para humanos.	Evidencia epidemiológica limitada más evidencia animal inadecuada	Humo de automóviles Cloroformo Café Gasolina Humo de motores Vegetales macerados	235
Categoría 3: El agente es <i>inclasificable en cuanto a su carcinogenicidad</i> para humanos.	Evidencia epidemiológica inadecuada más evidencia animal inadecuada o limitada o No encaja en otro grupo	Cafeína Polvo de carbón Luces fluorescentes Combustible diesel Mercurio Sacarina, Té	483
Categoría 4: El agente es <i>probablemente no cancerígeno</i> para humanos.	Evidencia sugiriendo falta de carcinogenotoxicidad tanto en humanos como en animales o Evidencia epidemiológica inadecuada más evidencia sugiriendo falta de carcinogenotoxicidad en animales	Caprolactan	1

Definiciones Utilizadas por IARC en la Clasificación de Carcinógenos Humanos		
Frase	Epidemiología	Carcinogenicidad Animal
Evidencia suficiente	Se ha establecido una relación causal	Se ha establecido una relación causal en dos especies o en dos estudios independientes
Evidencia limitada	Se ha observado una asociación que puede ser causal, pero no se pueden descartar interpretaciones no causales	Se ha observado carcinogenicidad en animales; pero sólo en un único estudio, o sólo se han visto tumores benignos o tumores con una tasa de aparición espontánea alta

Evidencia inadecuada	Los estudios tienen una calidad insuficiente para determinar si existe una asociación o No hay datos en humanos	Los estudios tienen una calidad o consistencia insuficiente para llegar a una conclusión o No hay datos en animales
Falta de carcinogenicidad	Múltiples y consistentes estudios negativos, con un amplio rango de exposiciones, que no muestran evidencia de una asociación con ningún tipo de cáncer	Estudios consistentes y negativos en dos o más especies, con un amplio rango de exposiciones, que no muestran evidencia de carcinogénesis.

43) ¿Qué dice un informe de 1 999 del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente de Estados Unidos (NIEHS) para el Congreso de Estados Unidos sobre campos de frecuencia industrial y cáncer?

El 15 de junio de 1 999, el **Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente de Estados Unidos (NIEHS)** hizo público el informe para el Congreso de Estados Unidos "Efectos sobre la salud de la exposición a campos eléctricos y magnéticos generados por las líneas eléctricas" [A16]. El informe se basa en:

- Las cuatro conferencias discutidas en [Q27F](#);
- Una revisión actualizada de los estudios epidemiológicos, animales, celulares y biofísicos (incluso se discute el estudio canadiense sobre leucemia infantil de 1 999 ([Q19J](#));
- Consideración de la investigación de laboratorio financiada por el NIEHS bajo el programa denominado EMF-RAPID [A18].
- El informe del NIEHS para el Congreso [A16] difiere del informe del "grupo de trabajo" [A11] en varios aspectos:
- El informe para el Congreso da más peso a los estudios animales, celulares y biofísicos que el del "grupo de trabajo".
- El informe para el Congreso no se centra en el criterio y el lenguaje de la IARC [Tabla] que dominaba el informe del "grupo de trabajo".
- El informe para el Congreso es mucho más corto que el del "grupo de trabajo", y utiliza un lenguaje mucho más sencillo de entender por parte de la gente.

El informe está disponible en:

http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Report_18f.htm

Del resumen ejecutivo:

La evidencia científica que sugiere que la exposición [a campos de frecuencia industrial] supone un riesgo para la salud es débil. La evidencia más fuerte de efectos en la salud proviene de asociaciones observadas en poblaciones humanas con dos formas de cáncer: leucemia infantil y leucemia linfocítica crónica en adultos profesionalmente expuestos. Mientras que el apoyo por parte de estudios individuales es débil, los estudios epidemiológicos muestran, para algunos métodos de medir la exposición, un patrón claramente consistente de un pequeño incremento del riesgo con el incremento de la

exposición, que es algo más débil para la leucemia linfocítica crónica que para la leucemia infantil. Por el contrario, los estudios sobre mecanismos y la literatura sobre toxicología animal no consigue mostrar ningún patrón consistente a lo largo de los estudios, aunque se ha informado de hallazgos esporádicos de efectos biológicos (incluyendo un incremento de cáncer en animales). No se ha observado ningún incremento de leucemias en animales de experimentación...

Los estudios epidemiológicos tienen serias limitaciones en su capacidad para demostrar una relación causa-efecto, mientras que los estudios de laboratorio, por su diseño, pueden mostrar claramente que causa y efecto son posibles. Virtualmente toda la evidencia de laboratorio en animales y humanos y la mayor parte del trabajo sobre mecanismos realizado en células no consigue apoyar una relación causal entre exposición a niveles ambientales [de campos de frecuencia industrial] y cambios en la función biológica o enfermedades. La ausencia de hallazgos positivos en animales o en estudios sobre mecanismos debilita la creencia de que esta asociación [epidemiológica] sea realmente debida a campos de frecuencia industrial, pero los hallazgos epidemiológicos no pueden ser completamente desestimados.

El NIEHS concluye que la exposición [a campos de frecuencia industrial] no puede ser reconocida como completamente segura debido a la débil evidencia científica de que puede suponer un riesgo de leucemia. En nuestra opinión, este hallazgo es insuficiente para justificar el establecimiento de regulaciones agresivas. Sin embargo, puesto que virtualmente todo el mundo en Estados Unidos utiliza la energía eléctrica y, por lo tanto, está expuesto de forma rutinaria [a campos de frecuencia industrial], se justifican acciones regulatorias pasivas, como un énfasis continuado en la educación tanto del público como de la comunidad de cara a una reducción de la exposición.

De las Conclusiones y Recomendaciones del informe del NIEHS para el Congreso:

Como parte de la evaluación del programa EMF-RAPID sobre los efectos relacionados con la salud [de los campos de frecuencia industrial], un panel internacional de 30 científicos se reunió en junio de 1998 para revisar el peso de las evidencias científicas [Q27F]. Utilizando un criterio desarrollado por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer [Tabla], ninguno de los miembros del Grupo de Trabajo consideró que la evidencia fuera suficientemente fuerte para etiquetar la exposición [a campos de frecuencia industrial] como un "conocido cancerígeno para humanos" o "probable cancerígeno para humanos". Sin embargo, la mayoría de los miembros de este grupo de trabajo (19 de los 28 miembros) concluyeron que la exposición a [los campos electromagnéticos generados por] las líneas eléctricas es un "posible cancerígeno para humanos". Esta decisión se basa fundamentalmente en la "limitada evidencia de un incremento del riesgo de leucemia infantil con la exposición residencial y un incremento de la incidencia de leucemias linfocíticas crónicas (CLL) asociado con la exposición laboral". Para otros cánceres o problemas de salud no relacionados con cáncer, el grupo de trabajo catalogó los datos experimentales como que proporcionan una evidencia mucho más débil o ningún apoyo para efectos debidos a la exposición [a campos de frecuencia industrial].

El NIEHS coincide en que las asociaciones de leucemia infantil y leucemia linfocítica crónica observadas no pueden ser descartadas fácilmente como hallazgos debidos al azar o negativos. La falta de hallazgos positivos en animales o en estudios sobre mecanismos debilita la creencia de que esta asociación sea realmente debida a los campos de frecuencia industrial, pero este hallazgo no puede ser completamente desestimado. El NIEHS también está de acuerdo con la conclusión de que no hay suficiente evidencia de un riesgo de otros cánceres o problemas de salud no relacionados con cáncer para justificar la preocupación...

El Programa Nacional de Toxicología examina periódicamente las exposiciones ambientales para determinar hasta que punto constituyen un riesgo de cáncer para la salud y genera el "Informe sobre cancerígenos", un listado de agentes que son "conocidos cancerígenos para humanos" o "razonablemente se prevé que sean cancerígenos para humanos". En nuestra opinión, basándonos en la evidencia disponible hasta la fecha, la exposición [a campos electromagnéticos de frecuencia industrial] no estaría incluido en el "Informe sobre cancerígenos" como un agente que "razonablemente se prevé que sea cancerígeno para humanos". Esto se basa en la limitada evidencia epidemiológica y en los hallazgos del programa EMF-RAPID que no indicaban un efecto de la exposición [a campos electromagnéticos de frecuencia industrial] en animales experimentales o una base para un mecanismo para la carcinogénesis.

En relación a posibles acciones regulatorias, el informe del NIEHS para el Congreso indica:

El NIEHS sugiere que el nivel y la fuerza de la evidencia que apoya que la exposición [a campos de frecuencia industrial] es un peligro para la salud humana son insuficientes para justificar acciones regulatorias agresivas; por lo tanto, no se recomiendan acciones como una normativa estricta sobre electrodomésticos y un programa nacional para enterrar todas las líneas de transporte y distribución. En su lugar, la evidencia sugiere medidas pasivas como un énfasis continuado en la educación tanto del público como de la comunidad de cara a una reducción de la exposición. El NIEHS sugiere que la industria eléctrica continúe con sus prácticas actuales al instalar líneas eléctricas para reducir la exposición y continúe investigando maneras de reducir la generación de campos magnéticos alrededor de las líneas de transporte y distribución sin crear nuevos riesgos. También se estimula el uso de tecnologías que reduzcan la exposición debida a líneas de distribución locales, siempre que no se incrementen otros riesgos, como los de electrocución accidental o fuego.

44) ¿Qué dice el informe del Comité Nacional de Protección Radiológica del (*National Radiological Protection Board, NRPB*) del Reino Unido sobre campos electromagnéticos de frecuencia industrial y cáncer?

El 6 de marzo de 2001, el **Comité Nacional de Protección Radiológica (*National Radiation Protection Board, NRPB*) del Reino Unido** hizo público un informe sobre campos de frecuencia industrial y cáncer [A20]. El informe consiste en: "una revisión exhaustiva de los estudios experimentales y epidemiológicos relevantes para evaluar el posible riesgo de cáncer como consecuencia de la exposición a campos

electromagnéticos de frecuencia industrial... No contempla la exposición a altas frecuencias ni otros potenciales efectos de la exposición a frecuencias industriales..."

La principal conclusión del informe es que:

"Los experimentos de laboratorio no han proporcionado una buena evidencia de que los campos electromagnéticos de frecuencia industrial sean capaces de producir cáncer y los estudios epidemiológicos sobre personas tampoco sugieren que causen cáncer en general. Existe, sin embargo, cierta evidencia epidemiológica de que una exposición prolongada a niveles altos de campos magnéticos de frecuencia industrial se asocia con un pequeño riesgo de leucemia en niños. En la práctica, tales niveles de exposición se dan rara vez entre el público en el Reino Unido. En ausencia de una clara evidencia de un efecto cancerígeno en adultos, o de una explicación plausible derivada de experimentos sobre animales o células, la evidencia epidemiológica no es en este momento lo suficientemente sólida como para justificar una conclusión firme de que tales campos causan leucemia en niños. Sin embargo, a menos que investigaciones futuras indiquen que este hallazgo es debido al azar o a un artefacto no reconocido, queda la posibilidad de que una exposición intensa y prolongada a campos magnéticos pueda aumentar el riesgo de leucemia en niños."

Respecto a los estudios sobre células el informe concluye que:

A nivel celular no hay una clara evidencia de que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia industrial de los niveles que se suelen encontrar pueda afectar a los procesos biológicos...

No hay una evidencia convincente de que la exposición a tales campos sea directamente genotóxica, ni de que pueda afectar a la transformación de células en cultivo, así que es improbable que pueda iniciar la carcinogénesis...

Aquellos resultados que reclaman haber demostrado un efecto positivo de la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial tienden a mostrar tan sólo pequeños efectos, cuyas consecuencias biológicas no están claras. Muchos de los efectos positivos de los que se ha informado tienen lugar con exposiciones que no es probable que se den habitualmente.

Respecto a los estudios de carcinogénesis animal el informe concluye que:

En conjunto, no se ha observado una evidencia convincente en la revisión de un gran número de estudios sobre animales que apoye la hipótesis de que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia industrial incrementa el riesgo de cáncer.

La mayoría de los estudios muestran una ausencia de efectos de los campos magnéticos de frecuencia industrial en leucemia o linfoma en roedores...

Estudios posteriores no han hallado efectos en la progresión de células leucémicas trasplantadas en ratones o ratas...

Un amplio estudio reciente informó de la ausencia de efectos de la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial en tumores del sistema nervioso inducidos químicamente en ratas. Además, la baja incidencia de tumores cerebrales en tres amplios estudios recientes sobre ratas no aumentaba por la exposición a campos magnéticos.

Respecto a los estudios sobre tumores [además de leucemia y tumores cerebrales], la evidencia es casi uniformemente negativa.

Respecto a los estudios sobre melatonina el informe concluye que:

La mayor parte de la evidencia en voluntarios sugiere que la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial no retrasa ni suprime los ritmos de la melatonina...

La evidencia de un efecto de la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial sobre los niveles de melatonina y el estado reproductivo dependiente de la melatonina en animales con reproducción estacional es ampliamente negativa.

Respecto a los estudios sobre el sistema inmune el informe concluye que:

No hay una evidencia consistente de ningún efecto inhibitor de los campos magnéticos de frecuencia industrial en aquellos aspectos de la función del sistema inmune relevantes para la supresión de tumores...

Respecto a los estudios epidemiológicos de exposición residencial el informe concluye que:

Estudios recientes, amplios y bien realizados han proporcionado una evidencia mejor de la que estaba disponible anteriormente sobre la relación entre exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial y riesgo de cáncer. Tomados en conjunto sugieren que las relativamente elevadas exposiciones promedio de 0,4 microT o superiores están asociadas con la duplicación del riesgo de leucemia en niños por debajo de 15 años de edad. Sin embargo, la evidencia no es concluyente...

Los datos sobre tumores cerebrales provienen de algunos de los estudios que también investigaban leucemia o de otros que se centran exclusivamente en estos tumores. No proporcionan una evidencia comparable de una asociación...

No hay ninguna razón para creer que la exposición residencial a campos electromagnéticos está involucrada en el desarrollo de leucemia o tumores cerebrales en adultos.

Respecto a los estudios epidemiológicos de exposición laboral el informe concluye que:

Aunque algunos estudios publicados de exposición laboral a campos electromagnéticos y riesgo de cáncer tienen, en lo principal, una metodología adecuada, y algunos de ellos tienen una potencia estadística considerable, no han establecido una relación causal entre tal exposición y un incremento de la incidencia de tumores de ningún tipo. Los excesos,

cuando los hay, son generalmente modestos y están básicamente restringidos a leucemia y tumores cerebrales.

La evidencia de algún riesgo de tumores cerebrales es conflictiva, incluso la de los estudios más potentes.

45) ¿Qué estudios se necesitan para resolver la cuestión cáncer-campos electromagnéticos?

En la mente de la mayoría de los científicos este tema está resuelto (Q27E). Por lo tanto, la pregunta es qué hace falta para convencer al público y a los medios de comunicación. En el área epidemiológica, seguir con el mismo tipo de estudios es poco probable que resuelvan nada. Estudios que mostraran una relación dosis-efecto entre campos medidos y tasas de incidencia de cáncer alterarían nuestra forma de pensar, comotambién lo haría identificar factores de confusión en los estudios residenciales y laborales. En el laboratorio, seguir con estudios de genotoxicidad y promoción parece poco útil. Con la posible excepción del área de promoción del cáncer de mama inducido químicamente. Estudios de exposición prolongada en roedores (el test estándar para la carcinogénesis) tendrían un gran impacto si fueran positivos, pero si fueran negativos no cambiarían mucho las cosas. Los estudios adicionales sobre algunos de los bioefectos conocidos serían útiles, pero sólo si logran identificar los mecanismos o establecer las condiciones bajo las cuales ocurren los efectos (por ejemplo, valores umbral, relaciones dosis-efecto, dependencia de la frecuencia, formas de onda óptimas).

Este documento tiene copyright © 1 993-2 002 de [John Moulder, Ph.D.](#) y el Medical College of Wisconsin, y se pone a disposición de la comunidad de Internet.

Se otorga permiso para copiar y redistribuir este documento electrónicamente mientras no sea modificado. Este documento no puede ser vendido en ningún medio, incluyendo electrónico, CD-ROM, o base de datos, o impreso, sin el permiso escrito, explícito de John Moulder.

B.3 Riesgos Naturales

B.3.1. Riesgo Sísmico

B.3.1.1 Riesgos geológicos, vulcanología y sismicidad

Costa Rica, al presentar una geología muy reciente, está expuesta a fenómenos naturales muy frecuentes, tanto por sismicidad, actividad volcánica, deslizamientos e inundaciones a lo largo del territorio nacional y en muchos casos son muy bien delimitados los deslizamientos e inundaciones. En el caso de actividad sísmica todo el territorio nacional presenta una variabilidad en cuanto a la amenaza dado que se desglosa la condición por la interacción de las placas de Cocos-Caribe o los fallamientos locales.

La amenaza o peligrosidad de un evento geológico es debida propiamente a la naturaleza y se refiere a los efectos a que están sujetos las regiones o una zona específica, sin considerar cualquier obra hecha por el hombre en dichos sitios.

Los fenómenos naturales de tipo geológico que pueden causar deterioro al medio ambiente y a obras físicas construidas por el ser humano son variados, sin embargo se pueden considerar aquellos que se producen en forma instantánea y/o de manera continua e intensa durante períodos de tiempo medio a largo.

B.3.1.2. Descripción de la sismicidad y tectónica del entorno.

Costa Rica no esta exenta de problemas por amenaza sísmica, ya que existen fallas locales activas y lineamientos que de una u otra forma atraviesan áreas pobladas y que pueden generar a futuro movimientos sísmicos de importancia, ocasionando daños civiles, en la infraestructura e impactos al ambiente en caso de grandes deslizamientos.

En la actualidad se conocen por medio de trabajos de investigación los sismos severos de características destructivas, que han ocurrido en el pasado y volverán inevitablemente a ocurrir en el futuro, causando serios daños en las actividades económicas y sociales del país, si no se toman las medidas del caso.

Los efectos de cualquier terremoto dependen de una amplia gama de factores, se pueden citar entre algunos de ellos:

1. Los parámetros intrínsecos al sismo: magnitud, tipo de fuente, propagación de la señal, localización, profundidad.
2. Condiciones geológicas, en particular las superficiales como: el tipo de suelo, espesor, topografía y saturación del terreno.

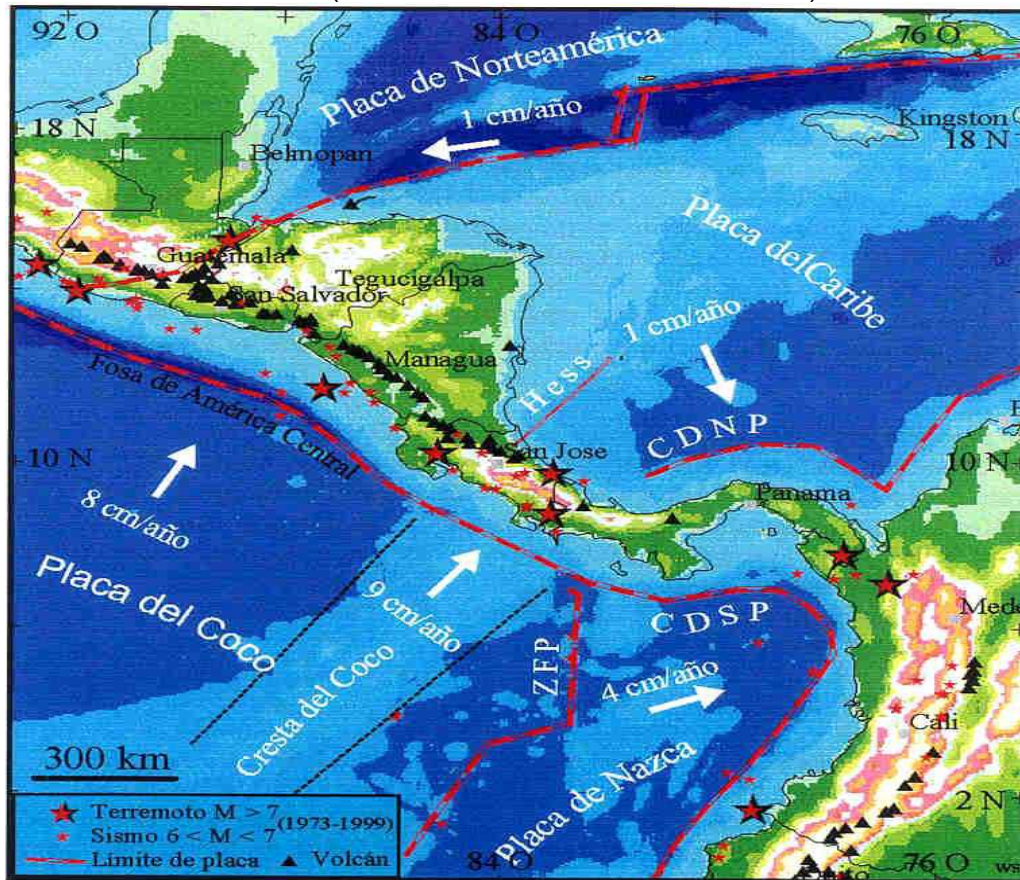
Condiciones de la sociedad, por ejemplo: la calidad de las edificaciones, preparación de la población ante desastres, normas de diseño y construcciones.

B.3.1.3. Fuentes sísmicas a lo largo del área del proyecto

La actividad sísmica resulta de la ubicación de nuestro país en el borde de convergencia de la Placa Caribe (o microplaca de Panamá) con las de Cocos y Nazca. Debajo de nuestro territorio, originando los temblores relacionados con el proceso de la subducción y entre las placas Cocos y Nazca, se encuentra la zona de fractura de Panamá, que genera mucha sismicidad, afectando mayormente la zona sur del país y en menor grado la parte central de Costa Rica.

Otras fuentes sísmicas importantes son las que corresponden con: a-temblores superficiales ocurridos en la zona sur del país y en menor grado en la parte central de Costa Rica y b- temblores superficiales ocurridos dentro de la corteza al interior de la placa Caribe y de la microplaca de Panamá, o en el límite entre ambos, como se muestra en la figura 2:

Figura 2: Mapa tectónico regional de Costa Rica y países vecinos (Cortesía W. Strauch, Climent, 2 000)



Fuente: Microzonificación Sísmica, Climent, et al 2 000

B.3.1.3.1. Los temblores de la zona de subducción

Los temblores relacionados con la subducción de Costa Rica se deben a la penetración de la Placa del Coco bajo la del Caribe y la microplaca de Panamá. La profundidad de estos eventos varía desde unos 10 km bajo el piso oceánico del Pacífico de Costa Rica hasta 150 km bajo la zona central del país. Los sismos que ocurren a lo largo del plano entre las placas son llamados temblores interplaca y aquellos que ocurren dentro de la Placa del Coco, producto de la subducción, con profundidades intermedias entre los 40 y 200 km, se clasifican como sismos intraplaca (ocurren internamente dentro de la Placa del Coco cuando ésta se introduce en el manto).

Zona sísmica de Nicoya

Es una fuente sísmica interplaca. Fue definida originalmente por Morales (1 985); se ubica en el margen convergente de Costa Rica, frente a la costa Pacífica y se extiende desde Cabo Velas hasta Cabo Blanco. Tiene capacidad de generar grandes eventos, con magnitud hasta 7,7, tal como fue el terremoto del 5 de octubre 1 950. Según Protti y otros (1 994), esta zona sísmica está restringida entre 10 y 40 km de profundidad. Para eventos de magnitud entre 7,0 y 7,7 en la escala Richter para esta zona sísmica, Montero (1986), estableció un período de recurrencia entre 20 y 30 años.

Zona sísmica de golfo de Nicoya.

Es una fuente sismogénica que comprende la entrada del Golfo de Nicoya y la zona de Herradura hasta la desembocadura del Río Grande de Tárcoles. De acuerdo con Protti y otros (1 994), el borde oeste de esta zona sísmica está relacionado con una contorsión del plano de subducción de la Placa del Coco, en la que el ángulo de subducción hacia el este de dicho límite se hace suave, adquiriendo menor inclinación. Protti y otros (1 994) la llamaron la contorsión brusca de Quesada y puede estar asociada con el límite oeste de las serranías oceánicas que se están subduciendo bajo el Pacífico Central de Costa Rica. Esta fuente sísmica puede generar intensidades máximas de VII (Mercalli).

B.3.1.3.2. Zonas de sismos superficiales y fallamiento cortical periférico

De acuerdo con estudios geológicos y tectónicos previos, la zona del Valle Central y alrededores, es un área con fallas geológicas importantes. En tiempos históricos y recientes éstas han provocado temblores de considerable magnitud.

Zona sísmica del fallamiento Candelaria

En esta zona sísmica se encuentra el sistema de Falla Candelaria. La traza de la principal falla de este sistema se ubica en los diversos mapas geológicos de Costa Rica; tiene un trazo rectilíneo y se extiende por más de 33 km desde su extremo noroeste, ubicado al oeste de Puriscal, hasta la confluencia de los ríos Candelaria y Pirris. Por su extensión y características geométricas se considera que es un fallamiento capaz de generar eventos de magnitud cercana a 7,0 (Escala Richter).

Zona sísmica Puriscal-Virilla

Las principales fallas activas que pertenecen a este sistema son: la Picagres, Jateo, San Antonio, Víbora y Virilla. Las cuatro primeras presentaron un importante incremento en su actividad sísmica entre mayo y setiembre de 1990, generando un evento principal el 30/06/90 de magnitud 5,1 (Magnitud Local = ML), que causó daños en la zona de Puriscal, según Montero y otros, generando un evento principal el 22/12/90 (Magnitud de Momento Sísmico = MW = 6.0), denominado Terremoto de Piedras Negras.

Zona sísmica de Quepos - Sierpe

Esta fuente sísmica se extiende desde Punta Judas hasta la desembocadura del Río Sierpe, abarcando entonces la costa pacífica central de Costa Rica. No se ha establecido aún la recurrencia sísmica en esta zona, un evento muy importante sucedió en el año 1952 y tuvo una magnitud de 7,0 (Escala Ritcher) y el último evento grande ocurrido fue el 20 de agosto de 1999, con una magnitud de 6,9 (Escala Ritcher).

Zona sísmica Osa - Golfito

Se extiende de noroeste a sureste, desde la desembocadura del Río Térraba hasta Punta Burica; al sur limita con la Fosa Mesoamericana y al norte con la falda sur de la Cordillera de Talamanca. Los principales eventos han sido relacionados con el proceso de subducción con intensidades de VIII en la zona de Osa.

Las diferencias litológicas en gran parte de la zona, el estado intenso de alteración, las pendientes abruptas, la fuerte influencia tectónica y la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos (lluvias intensas o frecuentes) son factores que favorecen la inestabilidad de taludes.

B.3.1.3.3. Sismicidad histórica

Costa Rica está ubicada dentro de una zona tectónicamente activa. El proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, a lo largo de la Fosa Mesoamericana, es la principal característica del ambiente tectónico en la región. La velocidad relativa de convergencia de las placas Coco-Caribe ha sido estimada en 9,3 cm/año, con dirección N 30° E (Minster & Jordan, 1978).

A partir de nuevas evidencias geológicas, Astorga et al. (1991) proponen la existencia de un importante sistema de fallas que atraviesa la parte central del país, extendiéndose desde el extremo suroeste de la Península de Nicoya hasta el sur de la provincia de Limón y Bocas de Toro. Este fallamiento estaría dividiendo a Costa Rica en dos grandes bloques denominados bloque norte y bloque sur.

La región oceánica al sureste de la Península de Nicoya, se caracteriza por la presencia de irregularidades batimétricas importantes como por ejemplo la Serranía del Coco (Lonsdale & Klitgord, 1978).

El régimen tectónico se complica hacia el sur del país con un "punto triple" donde se interceptan las tres placas (Coco-Nazca-Caribe) y la fractura de Panamá, que es una falla transformada lateral derecha que limita las placas del Coco y Nazca.

En la región SE del país se han encontrado evidencias de subducción activa, como por ejemplo los levantamientos Cuaternarios de menos de 50 000 años y las terrazas marinas de la Península de Osa (Madrigal, 1 978, Woodward & Clyde, 1 979). Con base en datos sísmicos Woodward & Clyde (1 979) estimaron un ángulo de subducción de unos 20 grados en esa parte de Costa Rica, con lo cual la placa en subducción no desciende a suficiente profundidad para fundirse, razón por la cual no hay vulcanismo Cuaternario en dicha región (Morales, 1 985).

Desde 1 900 hasta 1 993 se han registrado 30 terremotos importantes en Costa Rica, localizados entre la fosa mesoamericana y el arco volcánico (intra-arco). Muchos de ellos tuvieron como fuente fallamiento local y otros el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Caribe. Sin embargo, los que han causado mayores daños materiales y humanos son los originados por las fallas locales, aún cuando sus magnitudes son menores que los originados por la subducción, debido a su poca profundidad.

Los fallamientos locales son fuentes que generan temblores de magnitudes altas (máximas de $M = 6,5$ en escala Richter) a profundidades menores de 10 Km, por lo que deben ser considerados con cuidado, dado que por esas características se pueden producir intensidades y aceleraciones altas que pueden afectar poblaciones y obras de infraestructura de proyectos energéticos. Se ha determinado que hay cinco fuentes sísmicas locales fundamentales de este tipo en esta región, la Falla Chiripa, la Falla Cote-Arenal, la Falla Bagaces, la Falla Caño Negro y la Falla Liberia.

El proceso de subducción de la Placa del Coco es una de las fuentes más importantes, dado que se caracteriza por grandes liberaciones de energía en forma de terremotos de magnitudes altas (hasta $M = 7,7$), que pueden generar intensidades máximas de VIII o IX en la zona epicentral y, además, por su profundidad son sentidos en una región más amplia que los originados en fallas locales. Los hipocentros se localizan en una zona de Benioff que buza bajo la corteza continental hasta profundidades máximas de unos 200 Km. Históricamente esta fuente ha generado importantes sismos como los de 1 916, 1 939, 1 950 y 1 978.

Dadas las condiciones tectónicas propias de las regiones por las que atravesará la zona de estudio, es necesario considerar con cuidado las posibilidades de temblores en fallas locales que han sido determinadas allí a través de los estudios geológicos, como también los temblores que se puedan originar en la zona de subducción.

Para el estudio de la sismicidad instrumental en Costa Rica se ha dividido el país en tres regiones, norte, central y sur y se ha estudiado el período entre los años 1 982 y 1 993.

En la Región Norte, en el período considerado, se han estudiado un total de 326 temblores, de los cuales la mayor cantidad la constituyen los de magnitudes entre 2 y 4 (275 eventos), seguida por los sismos entre 4 y 5 (25 eventos), siendo escasos los mayores de 5 (1 evento). Las magnitudes mayores corresponden en la mayoría de los

casos con sismos originados por el proceso de subducción, en donde se han generado terremotos de magnitudes altas (>7 en escala Richter) en tiempos históricos. Las fallas locales por lo general pueden generar temblores de magnitudes intermedias (hasta 6,5 en escala Richter). En el mapa 18 se muestran los sismos de intensidad mayor a 5 en la escala de Richter.

Las profundidades de los temblores varían en un rango entre 0 y 200 Km. Los sismos de profundidades menores a 30 Km corresponden con fallamientos en la corteza continental o en la zona donde se inicia la subducción, cerca de la Fosa Mesoamericana. Los sismos de profundidad intermedia (mayor de 30 Km) se asocian con la subducción de la Placa del Coco.

La distribución de intensidades para la región NO de Costa Rica puede definirse en forma general de acuerdo con la fuente y localización de dos maneras: a- los sismos relacionados con el proceso de subducción que pueden generar intensidades altas (de VII a IX), principalmente en las poblaciones situadas en la Península de Nicoya y, b- los temblores cuya fuente son las fallas locales, que pueden generar intensidades altas (de VI a IX) en poblaciones aledañas al arco volcánico, como Arenal, Tilarán, Liberia, Bagaces o Cañas.

La sismicidad superficial se distribuye al azar dentro del área de estudio. Por la escasa densidad de datos, no es posible diferenciar ningún alineamiento importante, con excepción del enjambre localizado al este de La Fortuna en 1 987. Además, una gran parte de los sismos corresponden con eventos asociados con el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la del Caribe.

En la Región Central se han registrado, durante el período estudiado, un total de 4 241 eventos sísmicos, lo que indica una alta tasa de sismicidad; la mayoría de los temblores tienen magnitudes entre 1 y 4.

La distribución de los sismos presenta varios enjambres de sismicidad durante el período 1 984 -1 993 que corresponden a:

- a. Réplicas del terremoto de Pérez Zeledón de 1 983
- b. Sismicidad al sur de Cartago por fallamiento local
- c. Sismicidad en la zona de Puriscal por fallas locales
- d. Sismicidad en la zona del Río Pirrís.

Aparte de estos cuatro enjambres de actividad sísmica, hay una sismicidad distribuida más o menos homogéneamente en la zona de estudio, que corresponde en su mayor parte a eventos relacionados con el proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe.

La Región Central de Costa Rica presenta actividad sísmica que tiene tres fuentes principales, la Zona de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, la Zona de Fractura de Nicoya y las Fallas locales.

La placa del Coco se subduce bajo la Caribe a partir de la Fosa Mesoamericana con un ángulo de buzamiento inicial de 15 a 20° que luego se incrementa moderadamente hasta unos 35°, lo que genera sismicidad que va incrementando gradualmente en profundidad hasta un máximo de unos 100 Km. Esta fuente puede originar sismos de magnitudes altas (7 ó 7,5 en escala Richter) si se acumula la energía requerida. Sin embargo, la casi ausencia de eventos grandes ($M > 7$ en escala Richter) sugiere un posible desacople parcial entre las placas. Otra hipótesis que puede explicar este fenómeno es la resistencia a la subducción que opone la cresta del Coco (Morales, 1 985). Sin embargo, se tiene registro de un sismo de magnitud 7,0 en escala Richter ocurrido en 1 952 frente a Quepos (Montero y Climent, 1 990).

La segunda es un sistema de fallamiento transcurrente con rumbo NE-SO en el sector del Golfo de Nicoya evidenciado por la una alineación en sentido NE-SO del talud continental en esta parte de la Península de Nicoya y el desajuste que muestra la Fosa Mesoamericana a la entrada del Golfo de Nicoya. Esta fuente sísmica puede generar sismos importantes como el del 25 de marzo de 1 990 ($M = 7,0$).

Las últimas resultan como producto de la orogénesis que formó la cordillera de Talamanca y del proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, habiendo generado en la zona varios patrones de fallas bien desarrollados con rumbos principales NO y NE. Estas fallas son en general de alto ángulo ($> 50^\circ$) (Denyer & Arias, 1 991) y probablemente muchas de ellas son activas como lo demuestra la alta tasa de sismicidad somera y los rasgos geomorfológicos.

Del análisis del mapa de sismicidad en la región central del país (Ver mapa 18), se puede observar una distribución de los sismos dentro de los sistemas de fallas principales de la zona. Entre ellos, sobresale un grupo importante de temblores en la parte noroeste de la región. Estos eventos corresponden en su mayoría a réplicas del temblor del 26 de febrero de 1 989 que tuvo una magnitud $M = 4,7$, con una intensidad máxima (MM) = VII (Barquero et al, 1 989). Esta actividad sísmica parece estar relacionada con el sistema de fallas de rumbo NO-SE y NE-SO a lo largo del Río Pirrís. Una agrupación de sismos en la parte NE de la zona, al sur de la ciudad de Cartago, la cual presenta un complejo sistema de fallas. Esta área ha tenido importante actividad sísmica en tiempos históricos, provocando daños considerables en Cartago y poblaciones vecinas. Por último, la parte oeste de la región es la que presenta los patrones de fallamiento más conspicuos, entre los que sobresale uno de orientación NO-SE. En ellos, la actividad sísmica registrada es importante especialmente a partir de 1 990, en que se inició un enjambre sísmico en Puriscal.

Por último en la región sur, se localizaron un total de 981 eventos sísmicos, la mayoría de los cuales tuvieron magnitudes entre 2 y 4. Los eventos de magnitudes superiores a 5 son únicamente 10 durante el período. La tasa de sismicidad en la región sur del país, al igual que a todo lo largo del litoral pacífico de Costa Rica se puede considerar como importante.

Para algunos de los temblores más importantes registrados por la Red Sismológica Nacional en la región sur de Costa Rica, se tienen datos macrosísmicos que han

permitido estimar las intensidades para los diferentes lugares del país en donde se percibió el sismo.

La distribución de los sismos es más o menos homogénea en toda la región de estudio, con la excepción del sector noroccidental en el cual se concentran un número importante de eventos, muchos de los cuales corresponden a réplicas del terremoto del 3 de julio de 1 983 en Pérez Zeledón. Otro grupo de sismos al NE corresponde a réplicas del terremoto de Limón de 1 991. El resto de la sismicidad de la región se asocia principalmente a la subducción de la Placa del Cocos bajo la Placa del Caribe o a la Fractura de Panamá.

La región sur del país está afectada por varias fuentes sísmicas entre las que se destacan:

Subducción de la placa de Cocos bajo la del Caribe. Se inicia a partir de la Fosa Mesoamericana y se extiende hacia el interior bajo la corteza continental con dirección N 35° E. En la parte SE el ángulo de subducción es de unos 20° y el proceso se ve obstaculizado por la presencia de la Dorsal Asísmica de Cocos, ubicada en forma transversal a la fosa oceánica. A esta fuente se pueden asociar terremotos como los de 1 904, 1 941 y 1 983 (3 abril).

Zona de Fractura de Panamá. Falla transformada con desplazamiento de rumbo que se extiende hacia el sur de Punta Burica. Puede generar temblores fuertes ($M = 7,0$) como los de 1 934, 1 945 y 1 949 en la zona fronteriza con Panamá.

Sistemas de fallamiento. Las fallas locales se localizan principalmente en el arco montañoso y en los bordes de cuencas intra-arco (Valles del General y Coto Brus), así como en la Península de Osa. Los sistemas de fallas principales son de orientación NO-SE y NE-SO asociadas al sistema de "Falla Longitudinal de Costa Rica", el cual genera un sistema de esfuerzos compresivos que da origen a una serie de fallas inversas y de desplazamiento de rumbo que pueden identificarse casi a todo lo largo del litoral Pacífico de Costa Rica. El sistema se compone de fallas con rumbo aproximado NO-SE paralelo a la dirección estratigráfica regional. Hay indicios de su actividad por lo menos hasta el Pleistoceno (Madrigal, 1 977).

Otro sistema de fallas lo constituyen las fallas de la Cordillera de Talamanca, la mayoría de de tipo normal, originadas tanto por el emplazamiento de la cordillera como por el efecto gravitatorio del sistema tensional que rige el costado noroeste del Valle del General. Otros sistemas incluyen fallas de desplazamiento de rumbo y fracturas indiferenciadas sin importancia considerable (Mora, 1 979). Algunas de dichas fallas han mostrado actividad reciente como en el caso del terremoto de julio de 1 983 en Pérez Zeledón.

Una vez determinadas las fuentes sísmicas principales se procede a realizar el análisis de amenaza sísmica. Para el presente caso se ha empleado el método determinístico recomendado por Krinitzsky (1 993). Con este método, lo que se hace es que a cada fuente sismogénica se le asigna un temblor máximo esperable. Con este dato y con la distancia de la fuente al sitio más cercano donde se ubica la zona de estudio, se estiman los valores pico de aceleración, velocidad y duración mediante las leyes de atenuación

desarrolladas por Krinitzsky (1 988). También se determina la intensidad máxima y la intensidad en el sitio para cada fuente.

Del análisis de todas las fuentes seleccionadas, se observa que los valores de aceleración más elevados lo dan las fuentes, Zona de Fractura de Nicoya (500 cm/s/s), Falla Longitudinal de Costa Rica y Zona de Fractura de Panamá (650 cm/s/s). En ambos casos se trata de estructuras tectónicas que han sido poco estudiadas en detalle, por lo que la incertidumbre en ellas es bastante alta. Además, el método de análisis empleado no considera dicha incertidumbre. De lo que se conoce hasta el momento, se puede decir que la Zona de Fractura de Nicoya es una falla importante con actividad reciente (25 marzo 1 990, M=6,5), que la Falla Longitudinal de Costa Rica, si bien es una estructura de bastante longitud (más de 100 km), no tiene registro de actividad en tiempos históricos o recientes y que de la Fractura de Panamá si se tiene registro de actividad histórica importante, llegándose a registrar eventos con magnitudes de hasta 7. Sin embargo, en la parte continental, hay una complicación tectónica, pues es difícil establecer con certeza los límites de la zona de subducción en el extremo sur del país y la incidencia de la fractura de Panamá cerca de la parte continental de Costa Rica y Panamá. En todo caso, si es importante tomar en consideración la alta sismicidad de esta región del país.

B.3.2. Riesgo de Erosión

B.3.2.1. Susceptibilidad a procesos erosivos

Además del análisis que se realiza mediante la metodología mencionada previamente, se estudia la susceptibilidad a procesos erosivos utilizando datos históricos.

En la mayoría de los suelos de Centroamérica la erosión es un problema grave, debido, principalmente, al manejo inadecuado, la sobreexplotación, la pérdida de cobertura vegetal, las características del suelo y la climatología. Estos hechos se suman a la inexistencia de medidas de conservación de suelos.

Para el caso de Costa Rica el corredor de la línea del Proyecto SIEPAC no presenta problemas de estabilidad de laderas de tipo cartografiable, cuyo origen sea estructural.

El tramo comprendido entre el Río Grande de Tárcoles y el Río Pirrís presenta problemas de erosión severa de origen antrópico, debido al sobrepastoreo de potreros con pendientes pronunciadas. El fenómeno es de orden superficial, no afectando el sustrato rocoso. Se manifiesta por la presencia de cárcavas, surcos generalizados, pie de vaca y cicatrices de antiguos desprendimientos en masa por soliflucción, deslizamiento o desprendimiento. Estas áreas de erosión son puntuales, por lo que podrán ser fácilmente evitadas al momento de seleccionar los sitios de ubicación de torres del proyecto.

Dado que el área que corresponde desde los Cerros de Turrubares hasta las planicies de Parrita es de fuerte topografía, es factible que existan problemas muy puntuales de deslizamientos. Durante el diseño del proyecto, una vez definidos los sitios probables de

anclaje o ubicación de las torres, se deberá hacer una valoración técnica en el campo para determinar la posible susceptibilidad a problemas de inestabilidad.

En la zona de Parrita - La Fila Costeña - Palmar Norte la topografía es más irregular, siendo posible encontrar en el área boscosa zonas de desprendimientos debido a la combinación de eventos previos de sismicidad o lluvias intensas. Por lo tanto, durante la etapa de diseño del proyecto se requiere una valoración puntual de cada uno de los puntos de ubicación de las torres para determinar si el sitio es suficientemente seguro o si requiere ser cambiado o reforzado para evitar problemas a futuro.

B.3.3. Riesgo Volcánico

En cuanto al vulcanismo, el corredor de la línea de transmisión (LT) en la parte Norte del territorio nacional, específicamente de La Cruz de Guanacaste a San José de Upala en Alajuela, no existe influencia directa por actividad volcánica, pero debemos considerar que en guayabo de Bagaces la LT atraviesa la Caldera de Miravalles, donde en la actualidad existen proyectos en los cuales el riesgo ya ha sido considerado.

B.3.3.1. Susceptibilidad del terreno y de las instalaciones del proyecto.

Se consideran flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, flujos de lodo, coladas de lava.

Se debe indicar que el proyecto en mención está fuera de cualquier tipo de afectación por flujos piroclásticos, avalanchas volcánicas, flujos de lodo o coladas de lava con excepción de las Volcán Miravalles, (Ver Mapa 19), pues las de los volcanes Rincón de la Vieja y Arenal están fuera del área de influencia de la ruta. (Fuente: Escuela Centroamericana de Geología).

B.3.3.2. Apertura de nuevos conos volcánicos y otros riesgos.

Caídas de ceniza, dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida a menos de 30 Km de un centro de emisión volcánico activo.

Debido a la condición geotectónica del país y a la ubicación del trazo del proyecto no existen nuevos indicios de apertura de aparatos volcánicos, además por la ubicación de los volcanes activos, éstos no tienen influencia directa por caída de ceniza, dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida.

B.3.3.3. Amenaza por volcanes activos a menos de 30 Km de la Línea de transmisión.

Alvarado (2 000) resume los riesgos por actividad volcánica principalmente como caídas de ceniza y piroclastos de actividades principalmente plinianas y vulcanianas. No menciona riesgos por erupciones de lava y gases. El cuadro B.3.1 muestra el tipo de actividad potencial para cada volcán activo cercano a la LT.

Cuadro B.3.1. Tipo de Actividad Eruptiva de los Principales Volcanes que Afectan la Línea

Volcán	Actividad Histórica e IVE ¹ Máximo	Tipo de Actividad Pre-histórica	IPV ²	Peligro Volcánico a Corto Plazo	Peligro Volcánico a Largo Plazo	Posible Número de Personas Afectadas ³
Orosí-Cacao	-	Supliniana, domeana y efusiva	4	Eventual reactivación	?	500 a 2 000
Rincón de La Vieja	Erupciones freáticas y freatomagmáticas (vulcanianas) con lahares calientes IEV: 2-3	Vulcanianas, estrombolianas, Plinianas (IEV: 4) efusivas, con deslizamientos volcánicos y lahares	11	Lahares e ignimbritas, caídas de bloques en las cercanías del cráter	Erupción pliniana con flujos piroclásticos, eventual deslizamiento volcánico	500 a 2 000
Miravalles	Explosión freática (hidrogeotérmica)	Subpliniana efusiva, deslizamientos volcánicos, flujos de bloques y cenizas, ignimbritas	7	Explosiones freáticas y posible reactivación	Erupción subpliniana Vulcaniana, coladas de lava y deslizamiento volcánico	1 000 a 5 000
Tenorio	-	Estromboliana, vulcaniano y efusivas (poco conocidas)	6	Eventual reactivación	Poco evaluado	500 a 3 000

1: Índice de explosividad volcánica máxima (basado en Newhall y Self, 1 982).

2: Índice de peligrosidad volcánica basado en los criterios de Yokohama et al. (1 984).

3: Incluye evacuadas, pérdidas económicas, heridos y muertes, ante una futura actividad.

Fuente: Alvarado, Pérez y Sigarán 2 000

B.3.4. Riesgos Derivados de los Procesos Hidrológicos, Fallamiento Local e Inestabilidad de Laderas

B.3.4.1. Amenazas por inundaciones, fallas y deslizamientos

A continuación se presenta un análisis tramo por tramo de las posibles amenazas al proyecto por inundaciones, fallas sísmicas y deslizamientos, así como las recomendaciones que deberán seguirse, principalmente durante la etapa de diseño, para evitar o minimizar los riesgos (ver mapa 19)

Tramo CR-1

Subtramo 2

La presencia de una serie de fallas pone de manifiesto que la ubicación de las torres debe ser minuciosamente evaluada durante el proceso de diseño con un análisis geotécnico y una valoración de campo, con la finalidad de descartar cualquier posibilidad de deslizamiento.

Tramo CR-2

(Subtramo 1 al 7) La Cruz-Brasilia

El trazo de la línea por esta área no presenta ningún inconveniente debido a que la topografía es semi-plana, y donde no se evidencian problemas de inestabilidad de laderas (erosiones intensas o deslizamientos). Se debe de considerar que el terreno existente se presenta muy meteorizado y esto puede ser un factor que de no establecerse ningún control en aquellos sectores donde se deba efectuar un corte de bosque quede expuesto y sea fácilmente erosionable.

El paso por los cauces tanto las Animas, Sábalo, Mena, Sucio, Orosi, Las Haciendas, no presentan ningún problema en cuanto a problemas erosivos o desbordamientos importantes que sean efectos adversos a la infraestructura (torres), que se coloque.

En cuanto a la condición sísmica en el área, debe indicarse que se presenta la falla Caño Negro, subtramos 2,3,4, que en los últimos años ha generado sismos importantes, por lo tanto, la existencia de este tipo de amenaza debe de ser considerada para el diseño de las torres y principalmente para aquellas, que se ubiquen en áreas de lomas o al borde de laderas.

Tramo CR-3

(Subtramo 1 al 7) Brasilia-San Isidro

En esta sección de la línea el trazado se ubica al pie de la Fila Caño Negro donde topográficamente no presenta problemas debido a que es semi-plano. Eventualmente de colocarse alguna torre en una loma o al borde de una ladera debe analizarse el entorno debido a la posibilidad de que de generarse una liberación de energía por la existencia de un sistema de fallamiento local importante, se pueden producir desprendimientos debido al alto grado de meteorización de la roca.

Además, al ser una topografía muy plana las quebradas afluentes del Río Caño Negro presentan una sinuosidad importante, por lo tanto, se sugiere que las torres deben de alejarse y tratar de ubicarlas en las cercanías de la ladera.

La topografía del sector del Asentamiento el Progreso a San Isidro debido al posible trazado es más irregular ya que corresponde a la Fila Caño Negro y cualquier ubicación de torre debe alejarse del borde de las laderas y asentarse en corte natural, no en relleno o conformación de los mismos. Además, es importante proteger el entorno debido a la posibilidad de procesos erosivos intensos.

Subtramos del 8 al 10. San Isidro - La Fortuna

El trazado de la línea en esta sección se ubica entre el Volcán Rincón de la Vieja y Miravalles por una zona de topografía plana donde se evidencian pequeñas lomas. A lo largo de este trazado no se presentan problemas de inestabilidad de laderas que puedan afectar directamente la integridad de las torres. Pero, es necesario valorar el entorno para la ubicación de las mismas debido al alto grado de meteorización existente.

El paso por los cauces de los ríos Raudales, Blanco no presentan problemas de desbordamiento o erosiones intensas de los laterales.

Se presentan áreas pantanosas donde se evidencian pequeñas lagunas debido al estancamiento del agua en períodos de lluvia en el tramo.

Se debe considerar que la Fortuna de Bagaces se halla dentro de una caldera y la existencia de material arcilloso, fuentes termales (tramos CR-3, CR-9 y CR-10), deben de ser valoradas específicamente en cada punto donde se ubicarán las torres debido a la alteración hidrotermal. Es indispensable efectuar estudio de suelos en cada punto de ubicación de las torres para la cimentación correspondientes.

Subtramo de 10 a 19. La Fortuna-Cañas

El trazado de la línea por esta ruta se caracteriza por ser un área donde aflora una roca consistente debido a la presencia coladas, tobas y pómez. La topografía es semi-plana o irregular en algunos puntos, pero no se evidencian problemas de inestabilidad.

Subtramo 33

Una serie de fallas existen en el trazado de la línea. Aunque esto no implica un riesgo directo para el proyecto, es necesario realizar una valoración de campo durante las etapas de diseño del proyecto para que no coincida la ubicación de alguna torre con una falla. Esto debe ser inspeccionado atentamente durante el proceso de diseño.

Tramo CR-4

Subtramos 3, 5, 7,8 y 9

Existen en estos subtramos algunos sistemas de fallas que deben de considerarse durante el diseño, para evitar la ubicación de las torres en sitios de alto riesgo.

En los subtramos 9 y10 se debe valorar con mucho cuidado, ya que existen fallas exactamente en un punto de inflexión de la línea eléctrica pasa paralela a la falla, de esta manera se garantizará que las torres no estarán ubicadas en una zona de alto riesgo. Esto deberá también ser inspeccionado cuidadosamente durante el proceso constructivo.

Subtramo 22

Valorar en campo la ubicación de las torres para evitar ubicarlas en la falla.

Tramo CR-5

Subtramo 2

Se debe valorar este punto específico ya que existe una falla exactamente en el punto de ubicación de una torre. Aplican los mismos comentarios del punto anterior.

La existencia de fallas geológicas y la presencia de aguas subterráneas en la zona puede generar no solo deslizamientos sino también problemas de licuefacción, dependiendo de las características granulométricas del suelo. Estos factores deben ser considerados durante el proceso de diseño, a escala 1:200, incluyendo en este sitio estudios granulométricos del suelo.

Subtramos 12, 18, 23, 24, 25

La línea atraviesa una serie de fallas que deben ser consideradas, aunque son de longitudes muy pequeñas para generar eventos importantes. En la fase de diseño se debe efectuar una valoración de campo para determinar si existen áreas de alteración o fuerte meteorización de la roca preexistente y evitar la ubicación de las torres encima de éstas.

Subtramos 12 al 21

A lo largo de estos Subtramos la línea atraviesa una topografía muy irregular y ante eventos adversos (hidrometeorológicos, sismicidad alta) es factible la generación de problemas de inestabilidad de laderas. Por lo anterior se recomienda realizar una fotointerpretación y un estudio de campo durante el diseño, para evitar esas zonas o establecer las medidas de mitigación necesarias.

Tramo CR-6

Subtramo 6-2

Dado que en este sector existe una falla cerca a un punto de inflexión, el diseño de las torres debe estar acorde a las condiciones geotécnicas y sísmicas del sitio, considerando la posible ocurrencia de sismos o desplazamientos de falla.

Subtramos 1 al 10

La línea está trazada por un área de falla, siendo necesario que durante la etapa de diseño deban valorarse las condiciones del sitio, tanto desde el punto de vista geológico-geotécnico, como de áreas de deslizamiento. Además, se ubica frente a un área con un potencial sísmico importante que corresponde a la zona de Quepos. Por la interacción de fuentes cercanas a los trazados de la línea es factible que, si las torres se ubican muy

cerca de pendientes fuertes, se puedan generar desprendimientos de laderas debido a la fracturación de la roca. Todos estos riesgos deben considerarse en el diseño del proyecto para evitarlos o minimizarlos.

En cuanto al área de inundación del Río Parrita no tiene influencia con respecto a la ubicación de la LT ya que la misma se ubica en las partes altas.

Subtramo 6

Se debe considerar el comportamiento hidrológico del Río Seco, principalmente en las partes bajas donde existe la probabilidad de desbordamiento. Se debe tomar en cuenta que la LT pasa en la cuenca intermedia donde no hay problema de inundación, de manera que se debe considerar en el diseño de la cimentación de las torres.

Subtramo 14

Durante la etapa de diseño se debe escoger cuidadosamente la ubicación exacta de los sitios de torres, ya que el Río Naranjo en esta área amplía su llanura de inundación y es muy erosivo en sus márgenes. Las torres deberán diseñarse a una distancia tal que evite la posibilidad de inundación.

Tramo CR-7

Subtramo 1

La línea atraviesa el área de inundación del Río Savegre, mismo que en el evento del Huracán César amplió su llanura de inundación, por lo que el diseño del proyecto debe garantizar la ubicación de las torres en zonas que no estén expuestas a ese riesgo.

Subtramos 3,6,9,10,12,16

El trazado es atravesado por una serie de fallas, que podrían afectarlo más que todo si los sitios de torres requieren acondicionamiento del terreno. Se recomienda para cada sitio un análisis específico durante la etapa de diseño final y efectuar un reconocimiento para establecer las recomendaciones del caso.

Tramo CR-8

Subtramos 1 al 18

La línea atraviesa un área con una topografía muy irregular y con eventos de magnitudes importantes por lo que existe el riesgo de desprendimientos en las áreas de ladera. Se recomienda realizar durante la etapa de diseño final un análisis fotogeológico para determinar la presencia de estas áreas y establecer las medidas de mitigación. Incluir en este último los subtramos 7-15 y 7-16 anteriores ya que presentan la misma condición.

Subtramos 19 y 20

En este punto específico hay un punto de inflexión entre estos subtramos que se encuentra cerca de una de las dos fallas que lo atraviesa, siendo necesario durante el diseño verificar las condiciones del terreno y su estabilidad para la ubicación de las torres mediante valoración de campo. Durante los huracanes César y Mitch en la microcuenca del Río Balzar se generaron fuertes erosiones de las laderas y flujos de lodo lo que evidencia que el área de la microcuenca es de alta inestabilidad. De estos eventos no existe cartografía histórica. El estudio de campo que se desarrolle durante el proceso de diseño final debe evaluar cuidadosamente esta zona considerando estos eventos ocurridos anteriormente.

Tramo CR-9

Subtramos 4, 9, 12, 16, 17, 20 y 23

En los diferentes subtramos el trazo es cruzado por fallas pequeñas, cuyas implicaciones pueden ser más que todo en problemas de inestabilidad de laderas. Durante la fase de diseño final será necesaria la verificación con fotografía aérea y visitas de campo para ubicar la ubicación de torres cerca.

Además existe riesgo por inestabilidad de laderas del 9-10 al 9-23 por lo que debe considerarse en la etapa de diseño.

Tramo CR-10

Subtramos 1, 3 y 4

La línea es atravesada por varias fallas, siendo necesario verificar durante la etapa de diseño final la ubicación de torres. Además se presentan áreas de inestabilidad. La presencia de calizas y su fracturamiento implican un área de alta vulnerabilidad a deslizamiento de tipo desprendimiento de roca caliza. Además, el área ha sido en los últimos años una fuente sísmica importante, lo que debe considerarse para el diseño y ubicación de las torres. En este sector se suman varias características de riesgo que deben ser cuidadosamente analizadas durante la etapa de diseño.

B.3.5. Riesgos de incendio.

Para la determinación de riesgos de incendio se realizó una revisión del recorrido con los funcionarios del Área de Conservación Guanacaste y Pacífico Central, por considerarse que en éstas se podía presentar la mayor incidencia de estos eventos. La conclusión fue descartar el riesgo para la línea debido que si bien se presentan quemaduras en el recorrido que tiene la ruta, estos son de rastrojos o para renovar repastos, no llegando a incendios de masa forestal que pudieran alcanzar un nivel que afecte el proyecto.



Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

SECCIONES C Y D: Impactos del Proyecto y Plan de Manejo Ambiental

SECCION C: Impactos Ambientales del Proyecto

C.1 Identificación de Impactos

El análisis de las acciones de proyecto que pueden generar impactos en la fase de construcción, operación y mantenimiento, así como de la lista de revisión de impactos en líneas de transmisión, y la opinión de expertos, (metodologías utilizadas para la optimización de la ruta), permitieron identificar los impactos ambientales de mayor relevancia en la ruta. A continuación, se exponen los impactos más importantes identificados para las fases de construcción y operación del proyecto.

C.1.1. Impactos Fase de Construcción

Durante la fase de construcción se identificaron tres actividades principales de proyecto, a saber:

1. Apertura de caminos de acceso
2. Izado de torres y cableado
3. Apertura de calle o servidumbre.

Para cada una de las anteriores se identificaron las acciones, factores ambientales potencialmente impactados y los impactos asociados a dichas acciones.

C.1.1.1. Apertura de caminos de acceso

La apertura de caminos de acceso, se da por la necesidad de acceder cada una de las bases de los apoyos que componen la línea.

En los casos en que es necesaria la apertura o creación de accesos, su construcción supone la remoción del terreno, ya que se ha de romper la superficie del suelo, y en algunos casos transformar la pendiente de éste hasta que la misma sea tal que permita el paso de maquinaria.

Sin embargo, la creación de caminos, desde el punto de vista social, en general supone un impacto de carácter positivo, ya que genera una mejora de la accesibilidad en el medio rural, pues completa la red de caminos existentes, lo que en muchos casos puede representar una ventaja para la explotación de las fincas atravesadas por el trazado de la línea de interconexión y para la población en general.

Este efecto es claramente palpable en zonas forestales, ya que supone un complemento para la red de vías de saca de los bosques, productos (Madera, etc) o de acceso para los servicios contra incendios.

En todo caso, la modificación de la cubierta del suelo, producida por la apertura de estos accesos, puede suponer la aparición de procesos erosivos superficiales, al quedar el suelo desnudo tanto en la trocha como en los taludes.

En los casos en que se han de abrir nuevos caminos, sin embargo, el impacto es bajo, dado el tamaño de la calzada, necesaria para el paso de la maquinaria.

La magnitud del impacto que esta actividad supone es directamente proporcional a dos factores, por una parte de la pendiente transversal del terreno, ya que a mayor valor de la misma, mayor será el movimiento de tierras y por tanto el deterioro que se habrá de realizar, ya que la diferencia entre la pendiente que pueden tener los accesos y el terreno será mayor y por tanto el corte que se ha de realizar del mismo será igualmente superior. El segundo factor es el potencial erosivo de los suelos cruzados, ya que los riesgos de arrastres y deslizamientos incrementarán el valor del impacto directo sobre el suelo.

Por otra parte, cuando la trocha tiene una pendiente longitudinal fuerte, se haya claramente expuesta a los procesos erosivos, y con el paso del tiempo, se forman pequeños surcos, si no se realizan labores de mantenimiento y canalización de las escorrentías.

Además, se pueden deteriorar los caminos existentes por el paso de maquinaria pesada, por lo que eso debe incluirse como un potencial impacto a la red de caminos existentes.

La apertura de nuevos caminos de acceso, en los casos que sea preciso, genera un impacto que se produce por la ocupación del suelo y por los movimientos de maquinaria y de tierras. La ocupación del suelo supone la pérdida del recurso edafológico como tal, implicando un cambio de uso. El movimiento de maquinaria genera compactaciones del terreno más o menos superficiales. Los movimientos de tierra necesarios para la apertura del nuevo acceso son la causa de las alteraciones más significativas, al provocarse cambios, más o menos reseñables en el relieve por extracción y/o depósito de los materiales, el incremento de los riesgos de erosión y de deslizamientos de los materiales, con pérdidas de horizontes edafológicos. Este impacto se valora en las matrices con intensidades medias a bajas en promedio.

Se debe indicar, que la pérdida de horizonte edáfico, implica la pérdida de nutrientes del suelo. Este impacto es difícil de valorar, ya que no se tiene la información detallada del tipo de suelo y las características edafológicas de cada subtramo con detalle. Además, al cambiar el uso del suelo, (por apertura de caminos), los nutrientes del suelo desde la perspectiva agronómica, dejan de tener importancia, pues el uso deja de ser agrícola. Por las razones anteriores, no se incluye la valoración de dicho impacto en la matriz de valoración (MIIA).

Los materiales extraídos en la apertura de accesos y la creación de las cimentaciones, generan potencialmente impactos asociados a su acumulación en los frentes de trabajo y su depósito en las escombreras diseñadas para ello.

Otra acción derivada de la apertura de caminos consiste en el potencial impacto generado a la red de drenaje superficial. Se pueden producir alteraciones en algunos puntos relacionados con los cauces de quebradas y con la red de drenaje de las escorrentías superficiales, debido a interrupciones de éstos con la apertura de accesos, ya que en los cursos principales los métodos de trabajo utilizados evitan cualquier tipo de alteración.

Potencialmente, se identifica la posibilidad de contaminación de cauces superficiales por sedimentos y/o derrames accidentales o aguas domésticas de los frentes de trabajo, lo cual se identifica en la matriz de impactos bajo el concepto de contaminación de aguas superficiales o subterráneas. La potencial disminución de la infiltración, producto del paso de la maquinaria por el terreno (compactación), es un impacto que no se valorará en la matriz de valoración (MIIA), puesto que se tiene poca información para ello.

Por otra parte, durante la fase de construcción de la línea va a existir una alteración sobre la atmósfera debida al aumento de partículas en suspensión, como consecuencia de los continuos movimientos de la maquinaria y el aumento de vehículos en general.

Durante la apertura de caminos (así como las otras actividades de la fase constructiva del proyecto), se tienen impactos potenciales sobre la vegetación y fauna.

Durante esta fase se producirá un aumento de ruido en las zonas donde se realicen las obras, lo que generará una perturbación del medio como consecuencia de la realización de los trabajos y debido a la presencia de maquinaria y personal. Esta perturbación será especialmente notable en las zonas más naturales, con reducida presencia humana, ya que se puede crear una situación de tensión en las poblaciones y producirse el desplazamiento temporal de ejemplares de las especies más sensibles a áreas próximas. Este impacto se valora en los tramos en donde se tiene presencia de bosque.

La construcción de la línea puede llevar consigo la eliminación directa de ejemplares de las especies que presentan menor capacidad de desplazamiento: este es el caso de anfibios, reptiles y micromamíferos. La fauna con mayor movilidad, principalmente aves y mamíferos de mayor tamaño, podrá desplazarse fuera de la zona. También se puede producir la destrucción de nidos y madrigueras de distintas especies en la apertura de accesos y de calles. Esto puede llevar consigo una disminución de esos individuos en las zonas atravesadas. La magnitud de este impacto dependerá de las características del hábitat afectado, centrándose esencialmente en los bosques naturales, especialmente los primarios, dado que los charrales, zacatales, secundarios ralos y zonas de cultivos, presentan una sensibilidad muy inferior. En la matriz se valora bajo el impacto de alteración / destrucción de flora y fauna y el cual se resume como fraccionamiento de hábitat.

La pérdida de hábitats para la fauna o las alteraciones permanentes de los mismos, que se pueden producir como consecuencia de la eliminación de la vegetación, tanto en la construcción de los accesos como, principalmente, en la apertura de las calles entre los apoyos, tendrán un carácter muy restringido dadas las características de cobertura boscosa, menor a 30% que atraviesa el proyecto.

Sobre el factor socioeconómico se identifican una serie de impactos durante la fase de construcción del proyecto, asociadas a las tres actividades principales.

Se producirá ruido, debido a los procesos constructivos típicos y el paso de la maquinaria pesada. Este impacto es de carácter temporal, y aunque afectará de forma negativa a la población existente en la zona, se considera que el impacto no es significativo dado que el trazado de la línea, se separó al menos 500 m de los centros de población.

El empleo es una de los efectos que se producen con carácter favorable, es decir, que generan un beneficio para la población. Durante la fase de construcción de la línea eléctrica se producirá una contratación temporal de personal para las diversas tareas que conlleva un proyecto de estas características, ya sea para la instalación de la línea en sí, o para las acciones asociadas que conlleva, sobre todo obra civil, cortas, podas, apertura de caminos, por lo que se creará empleo.

El impacto sobre yacimientos arqueológicos o monumentos históricos, se derivan por la presencia de caminos de acceso o torres en sitios cercanos a un yacimiento o monumento. Para el caso de estudio, no se identificaron monumentos histórico culturales en el trazado de la ruta y la misma, se alejó al menos 250 m de yacimientos arqueológicos identificados.

La apertura de accesos, puede generar impacto visual, y ello depende de las zonas que atraviese. El impacto se inicia por los cambios geomorfológicos generados por el movimiento de tierras o cortes necesarios para la apertura de los caminos, que sean necesarios; así como, por el cambio en el uso del suelo (pérdida de vegetación), la presencia de maquinaria, los procesos erosivos, la generación de suelo de desecho y otros residuos sólidos.

El impacto visual se minimiza en aquellos lugares donde es posible llegar a campo traviesa sin perjuicio para los elementos ambientales cercanos, como es el caso de los pastos y cultivos anuales ubicados en terrenos relativamente planos.

Los efectos identificados como generadores de impactos en la actividad de análisis son los siguientes:

1. Aumento de escorrentía superficial
2. Erosión eólica y/o hídrica
3. Pérdida de vegetación
4. Producción suelo de desecho
5. Alteración de la red de drenaje superficial
6. Alteración de la red de drenaje subterránea
7. Movimiento de maquinaria pesada y obras de construcción
8. Generación de desechos sólidos
9. Generación de desechos líquidos.

Los cuadros 1-3 se presentan las acciones identificadas para la actividad, los impactos identificados por acción y el factor ambiental asociado al impacto.

Cuadro 1. Efectos: Aumento de Escorrentía Superficial, Erosión Eólica y/o Hídrica y Pérdida de Vegetación.

Impacto	Factor Ambiental	Aumento de Escorrentía Superficial	Erosión eólica y/o Hídrica	Pérdida de Vegetación
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X	
Cambio en cantidad		X		
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas	X		
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo		X	
Deslizamientos (movimientos en masa)				
Compactación del suelo				
Contaminación del suelo				
Fraccionamiento de hábitat.	Biota			X
Destrucción o alteración de flora/fauna				X
Gases y partículas en suspensión	Aire		X	
Cambios geomorfológicos	Paisaje			
Alteración cromática y de formas.			X	X

Cuadro 2. Efectos: Producción de Suelo de Desecho, Alteración de la Red Hidrológica, Alteración de la Red de Aguas Subterráneas.

Impacto	Factor	Producción Suelo de Desecho	Alteración de la Red Hidrológica	Alteración de la Red de Aguas Subterráneas
Cambio en la calidad	Aguas superficiales	X		
Cambio en cantidad			X	
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas			X
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo			
Deslizamientos (movimientos en masa)		X		

Compactación del suelo				
Contaminación del suelo				
Ruido	Socioeconómico			
Seguridad comunal (Conflictos viales)				
Cambio de uso del suelo				
Generación de empleo directo e indirecto				
Afectación a yacimientos arqueológicos o monumentos históricos.		X		
Accidentes de trabajadores durante la construcción.				
Cambios geomorfológicos	Paisaje	X		
Alteración cromática y de formas.		X		

Cuadro 3. Efectos: Movimiento de tierras, Generación de desechos sólidos y Generación de desechos líquidos (aguas domésticas y /o derrames).

Impacto	Factor	Movimiento de Maquinaria Pesada y Obras de Construcción	Generación de Desechos Sólidos	Generación de Desechos Líquidos
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X	X
Cambio en cantidad				
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas		X	X
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo			
Deslizamientos (movimientos en masa)				
Compactación del suelo		X		
Contaminación del suelo			X	X
Ruido	Socioeconómico	X		
Conflictos viales y/o deterioro de caminos existentes		X		
Cambio de uso del suelo		X		
Generación de empleo directo e indirecto		X		

Afectación a yacimientos arqueológicos o monumentos históricos.		X		
Accidentes de trabajadores durante la construcción.		X		
Cambios geomorfológicos	Paisaje			
Alteración cromática y de formas.			X	
Gases y partículas en suspensión	Aire	X		

C.1.1.1 Construcción de bases, izado de torres y tendido de cables

La construcción de torres y cableado involucra una serie de actividades constructivas, tales como la creación de las bases de apoyo, la realización de cimentaciones, el armado e izado de torres, el tendido de cables y conductores de tierra.

En general, las actividades de creación de las bases de apoyos y construcción de las cimentaciones generarán alteraciones puntuales debido a los movimientos de tierras necesarios para crear una plataforma de trabajo en la que realizar los trabajos de montaje e izado. Se dará, en los casos en que esté presente, destrucción de la vegetación y compactación del suelo.

Las alteraciones o impactos potenciales debido al armado e izado de torres, así como el tendido de cables, son los mismos ya mencionados por el movimiento de maquinaria preciso para realizar estas labores, y las afecciones dependerán de la forma en que se realicen las mismas (con grúa o izando con pluma).

Esta área se limita a la zona que rodea la base del apoyo, en donde se han de realizar los trabajos y maniobras necesarias.

Con base en lo expuesto anteriormente, las acciones identificadas en esta actividad son idénticas a las indicadas en el apartado anterior. Sin embargo, se agrega a la lista de las acciones impactantes en este caso, la afectación a la propiedad, identificándose la acción como expropiaciones.

La afección a la propiedad se produce como consecuencia del paso de la línea por terrenos de propiedad privada, en los que de forma general se ha de llegar a un acuerdo con los propietarios que se van a ver afectados por la instalación de los apoyos y por el paso de los conductores. Hay que considerar la ocupación del suelo que se provoca y la existencia con carácter permanente de la servidumbre de paso, con las limitaciones que ello establece.

Otro aspecto a considerar se centra en la pérdida de valor que como consecuencia de la implementación de la línea en los territorios cruzados van a experimentar las propiedades por las que pase el tendido de la línea, tanto de forma directa en el caso de aquellas que sean cruzadas por el trazado, como de forma indirecta en aquellas propiedades próximas al mismo.

Estas afecciones a la propiedad privada se van a mantener durante la fase de explotación de la línea por lo que tienen carácter de permanente.

C.1.1.2 Apertura de calle o servidumbre

La apertura de la calle, genera una serie de impactos ambientales asociados a la corta o poda de vegetación, cuando esta esté presente, a lo largo del trazado de la línea. Es importante indicar, que los impactos generados por esta actividad, se inician en la fase de construcción y se mantienen durante la fase de operación, esta característica hace que su persistencia se considere como permanente.

La eliminación de la vegetación en una franja del terreno, cuando esto sea preciso, aumentará los riesgos de erosión del suelo debido esencialmente al potencial erosivo de los suelos y el aumento de la escorrentía superficial. Además, se da el efecto sobre el paisaje, por la eliminación de vegetación y presencia de residuos sólidos.

Los efectos generados o impactos potenciales identificados son:

1. Aumento de escorrentía superficial
2. Erosión eólica y/o hídrica
3. Pérdida de vegetación
4. Generación de desechos sólidos (ramas y otros desechos)

Los impactos potenciales identificados para esta actividad se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Efectos: Aumento de Escorrentía Superficial, Erosión Eólica y/o Hídrica, Pérdida de Vegetación y Generación de Desechos Sólidos.

Impacto	Factor Ambiental	Aumento de Escorrentía Superficial	Erosión Eólica y /o Hídrica	Pérdida de Vegetación	Generación de Desechos Sólidos
Cambio en la calidad	Aguas superficiales		X		X
Cambio en cantidad		X			
Cambio en calidad y cantidad	Aguas subterráneas	X			
Pérdida de horizonte edáfico.	Suelo		X		
Deslizamientos (movimientos en masa)					
Compactación del suelo					

Contaminación del suelo					X
Fraccionamiento de hábitat.	Biota			X	
Destrucción o alteración de flora/fauna				X	
Gases y partículas en suspensión	Aire		X		
Cambios geomorfológicos	Paisaje				
Alteración cromática y de formas.			X	X	X

C.1.2. Impactos Fase de Operación

Durante la fase de operación se identificaron dos actividades principales del proyecto, a saber:

1. Presencia de los caminos de acceso
2. Operación de la línea

El mantenimiento de la calle, es otra actividad de la fase de operación del proyecto; sin embargo, no se identificaron los impactos derivados de ella, porque los mismos se inician en la fase de construcción y ya fueron analizados, con la característica de su permanencia.

Se discuten a continuación las acciones identificadas para las actividades anteriores y los impactos identificados.

C.1.2.1 Presencia de caminos de acceso

Los caminos de acceso nuevos, generarán una serie de impactos potenciales (Cuadro 5), asociados a diferentes efectos, a saber:

1. Erosión eólica y/o hídrica de calzada y/o taludes
2. Acceso a zonas rurales o protegidas
3. Cambio en la calidad paisajística
4. Generación de desechos sólidos
5. Generación de desechos líquidos (derrames accidentales)

Cuadro 5. Efectos sobre: Erosión Eólica y/o Hídrica, Acceso a Zonas Rurales o Protegidas y Cambio en la Calidad Paisajística.

Impacto	Factor Ambiental	Erosión Eólica y/o hídrica (Calzadas y Taludes)	Acceso a Zonas Rurales o Protegidas	Cambio en Calidad Paisajística
Cambio en calidad	Aguas superficiales	X		
Deslizamientos	Suelo	X		
Gases o partículas suspendidas	Aire	X	X	
Extracción de plantas y/o caza	Biota		X	
Alteración/destrucción de flora y o fauna			X	
Invasión de especies exóticas			X	
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico		X	X
Cambio en el valor de la propiedad			X	X
Conflictos viales			X	

Los caminos de acceso nuevos, presentan el potencial erosivo eólico o hídrico, en la calzada y taludes, lo que implica impactos potenciales de aumento de sedimentos en cauces receptores o de partículas en las zonas cercanas. Además, si se tienen taludes poco estables, los potenciales deslizamientos (movimientos en masa), son también un impacto importante.

Los nuevos caminos, permiten acceder zonas rurales, lo cual implica un impacto positivo, puesto que el valor de las propiedades cercanas aumenta y permite eventualmente desarrollar actividades agrícolas o comerciales. Dentro de los impactos positivos es que permite el acceso a zonas de potencial turístico.

No se debe olvidar, que el paso de vehículos por zonas en donde no se tenía acceso, también causa problemas o conflictos viales, así como contaminación del aire por los gases de combustión y el polvo generado en la calzada.

La calidad paisajística se puede ver afectada por los caminos, lo cual implica un impacto en el potencial turístico y en el valor de la propiedad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos sobre: Erosión Eólica y/o Hídrica, Acceso a Zonas Rurales o Protegidas y Cambio en la Calidad Paisajística.

Impacto	Factor Ambiental	Generación de Desechos Sólidos	Generación de Desechos Líquidos
Cambio en calidad	Aguas superficiales	X	X
Deslizamientos	Suelo		
Contaminación		X	X
Contaminación	Aguas subterráneas	X	X

La generación de desechos sólidos, se da en los caminos por el paso de vehículos y la posibilidad de acceder a zonas despobladas para iniciar botaderos clandestinos. Por otra parte, los desechos líquidos se asocian a derrames accidentales de lubricantes o aceites de vehículos u otros líquidos transportados por las vías.

C.1.2.2. Operación de la línea

La línea de transmisión durante su operación involucra una serie de acciones que potencialmente generan impactos, a saber:

1. Restricción en el uso del suelo (derecho de vía)
2. Producción de ozono
3. Generación de ruido
4. Campos eléctricos y magnéticos
5. Interferencias en las señales de radio y/o TV
6. Restricción en el uso de la aviación
7. Cambio en la calidad paisajística
8. Riesgo de colisión de aves
9. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre

La restricción por el uso del suelo en el derecho de vía, es un impacto que afecta potencialmente la gestión agrícola, así como disminuye el valor de la tierra.

Además, durante la operación de la línea se genera un fenómeno denominado "Efecto Corona", el cual consiste en una descarga que tiene lugar, cuando la intensidad del campo eléctrico sobre la superficie del conductor excede el potencial de ruptura del aire circundante. En estas condiciones, se produce una exportación de electrones que, al ionizar y excitar las moléculas del aire, originan la emisión de energía electromagnética y de energía acústica.

Las descargas "corona" son de muy corta duración (entre 10^{-8} y 10^{-7} segundos) y generan energía electromagnética dentro de un amplio rango de frecuencias que abarcan la banda de radiodifusión.

Por este motivo, los conductores pueden producir ruido y crear interferencias en la radio y la televisión, esto último cuando se tienen líneas de mas de 400 kW. La intensidad del efecto corona es función del campo eléctrico en la superficie de los conductores y, por tanto, de la tensión de la línea, del diámetro, disposición y estado físico de los conductores y de las condiciones meteorológicas existentes.

C.1.2.2.1 Producción de Ozono (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Otra consecuencia del efecto corona es la generación de ozono. En condiciones normales, el ozono es un gas reactivo con un característico olor picante, es un gas que existe en estado natural en la atmósfera, siendo generado por dos fenómenos naturales:

- a. La acción de la radiación solar sobre las moléculas de oxígeno en la estratosfera, es un proceso que genera la existencia de la capa de ozono de la atmósfera, esencial para la vida.
- b. Las descargas eléctricas asociadas a algunos meteoros.

Debido al efecto corona, las líneas eléctricas aéreas también pueden producir ozono, por ionización del oxígeno atmosférico, tal como ocurre con las descargas eléctricas naturales durante las tormentas.

En días secos, con conductores limpios y configuraciones diseñadas para minimizar los campos eléctricos, las pérdidas por efecto corona y la producción de ozono serán reducidas.

Durante la lluvia, con conductores sucios y otras circunstancias desfavorables, pueden producirse distorsiones locales del campo eléctrico que incrementen las pérdidas por efecto corona y, con ellas, la producción de ozono. En condiciones de laboratorio se ha determinado que la producción de ozono oscila entre 0,5 y 5 gr por kWh disipado en efecto corona dependiendo de las condiciones meteorológicas.

En todo caso estas cantidades son insignificantes, disipándose inmediatamente después de que se crean en la propia atmósfera, por lo que en el campo son muy difíciles de percibir y los efectos derivados de su presencia nulos.

C.1.2.2.2. Ruido (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Como se indicó anteriormente, durante la fase de funcionamiento de la línea, uno de los efectos producidos por el paso de la corriente es el debido al ruido que éste genera. Este es un sonido bajo y de pequeña intensidad que, en muchos casos, es apenas perceptible. Sólo se escucha en la proximidad inmediata de la línea, en una banda de unos 20 m a cada lado de la misma, por lo que dado que el trazado se aleja de las poblaciones una distancia de 500 m, el efecto puede considerarse como poco significativo.

A la hora de valorar este impacto se deberá tener en cuenta que el nivel de ruido ambiente para un área rural, valor mínimo que existe en el área de estudio, varía entre 20 y 35 dB.

A partir de los valores anteriormente mencionados, puede concluirse que en la población asentada a más de 25 m de la línea en estudio el impacto debido al ruido producido por la misma va a ser de escasa magnitud, ya que en condiciones de niebla es similar al de un área rural, en condiciones de lluvia fuerte queda enmascarado por el producido por ésta y en condiciones de buen tiempo el ruido producido será similar al propio del área.

C.1.2.2.3. Campos eléctricos y magnéticos (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Durante el funcionamiento de la línea, se generarán campos eléctricos y magnéticos debidos al paso de la corriente y cuya afección en la salud humana está siendo objeto de numerosos estudios.

Un conductor por el hecho de estar sometido a una determinada Tensión genera un Campo Eléctrico. Si el conductor es recorrido por una Intensidad genera también un Campo Magnético. El campo eléctrico se mide en kV/m (kilovoltios por metro) y el campo magnético en μ T (microteslas). Ambos campos disminuyen muy rápidamente a medida que aumenta la distancia al conductor.

En general los campos magnéticos, que como se ha comentado son producidos por la intensidad de la corriente, se dan en similares magnitudes en las líneas o elementos de Alta, Media o Baja Tensión.

En los últimos años, se ha investigado mucho sobre los posibles efectos nocivos de los campos electromagnéticos, en particular respecto a los campos magnéticos y su relación con el cáncer. Estas investigaciones han sido del tipo epidemiológico o del tipo biológico.

Las investigaciones epidemiológicas, se han desarrollado en especial en lo referente a las líneas aéreas. Se realizan analizando la relación existente entre los casos de enfermedad que se han producido, durante un período de tiempo, en un área de viviendas cercana a alguna línea, o en algún tipo específico de trabajo, y los casos de enfermedad que se producen en áreas o trabajos no relacionados con la electricidad.

Los resultados de algunos de estos trabajos han sido alarmistas, pero los más serios y realizados con unas muestras de población más amplias, no han encontrado ninguna relación entre los campos magnéticos y el cáncer.

Las investigaciones biológicas, han tratado de analizar mediante distintas técnicas de laboratorio y con distintos elementos vivientes la relación causa-efecto de los campos electromagnéticos sobre las células, no habiéndose llegado a demostrar nada concluyente.

La diversidad de posturas que muestran los trabajos publicados hasta la fecha son la mejor prueba de que se está muy lejos de haber conseguido demostrar la existencia de una relación causal entre los campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial y el riesgo de contraer enfermedades cancerosas, como apuntan algunos estudios.

En particular en lo que se refiere a los riesgos derivados de lugares de residencia próximos a instalaciones de alta tensión, pueden hacerse los siguientes comentarios:

1. Del conjunto de los estudios y teniendo en cuenta todos los factores no se deduce que exista una relación causa a efecto.
2. Es muy difícil establecer las dosis que reciben los distintos individuos en la sociedad actual, pues se está rodeado a lo largo del día de campos eléctricos y magnéticos. Personas que viven alejadas de líneas pueden tenerlas próximas a sus centros de trabajo, o personas que viven próximas pasan en sus domicilios, períodos muy diferentes expuestos a la red de distribución dentro de la casa o los electrodomésticos que poseen.
3. La comparación entre zonas residenciales también es muy difícil. Para poder realizar comparaciones es preciso que los "escenarios eléctricos" sean muy similares, situación muy problemática de darse.
4. El campo magnético que produce una línea a cierta distancia puede ser del mismo valor exactamente que un receptor de radio doméstico a 1 m. Resulta por tanto contradictorio que se imputen riesgos a las líneas y no a los electrodomésticos que existen en las casas, en el caso de que se crea que los campos magnéticos tienen alguna relación con la salud, máxime cuando estos riesgos según algunos autores se inician desde los valores muy pequeños de campo.
5. En 1992 el Lawrence Berkeley Laboratory de EEUU publicó un trabajo con el que se mostraba que en la primera mitad del este siglo el empleo de la electricidad se ha multiplicado por 20, y sin embargo no se ha incrementado el número de enfermos de cáncer (salvo los del sistema respiratorio), e incluso se ha reducido el número de leucemias. Aspecto éste también comprobado en los estudios más recientes, referidos a las últimas décadas en países escandinavos.

De todo ello puede deducirse que si bien han aparecido algunos estudios, en los que se afirmaba que hay alguna correlación, éstas pueden calificarse como alarmistas porque en todo caso carecen del suficiente fundamento científico o son contradictorios, la mayor parte de los estudios, como los más recientes y fiables, afirman categóricamente la no existencia de correlación entre los campos y la salud. Sin embargo, las Organizaciones de Salud, Universidades, Compañías Eléctricas y Gobiernos de las naciones más avanzadas, recomiendan, lejos de las posiciones alarmistas, la continuación de los estudios y una prudente cautela. Por ello en diversos países, como medida preventiva se dan recomendaciones de los máximos niveles de exposición a los campos electromagnéticos.

Se dan a continuación algunos de los niveles más restrictivos de campos electromagnéticos recomendados cautelarmente en distintos países para las condiciones que se indican:

Campos Eléctricos (Valores en V/m)

Costa Rica	2 000 ³²	al borde de la servidumbre
Estados Unidos	7 000	
Bélgica	5 000	En zonas habitadas, 24 horas
Italia	5 000	En zonas habitadas
Japón	3 000	
Australia	5 000	Exposición de 24 horas día
Europa	1 000	Dentro de Casas, Escuelas y Hospitales

Campos Magnéticos (Valores en μ T)

Costa Rica	15	Al borde de la servidumbre
Estados Unidos	20	Al borde de un corredor de u
Italia	100	En zona de pública concurrencia
Bélgica	300	En zonas públicas
Organiz. Mundial Salud	300	Público en general
Cenelec (Normas Europa)	100	Zonas no controladas
Directiva Europea	400	Áreas de trabajo

Todos los valores se relacionan además con los tiempos de exposición al campo. Valores mucho mayores que estos no son perjudiciales para tiempos de exposición pequeños.

A nivel internacional, en Estados Unidos el valor más restrictivo para líneas eléctricas en el borde del corredor es de 15 μ T en Florida, donde la OMS fija 300 μ T. CENELEC propone para zonas no controladas 100 μ T, y la propuesta de Directiva 93/C77/02 de la CEE fija para trabajadores el valor de 200 μ T.

Por otra parte, la propuesta más moderna existente a nivel internacional es la Resolución A3-0238/94 del Parlamento Europeo sobre la lucha contra con los efectos nocivos provocados por las radiaciones no ionizantes, que tras reconocer que los efectos nocivos provocados por líneas de alta tensión no han sido corroborados científicamente considera que por lo que se refiere a las líneas de transporte de electricidad de alta tensión, deben aconsejarse pasillos dentro de los cuales quedará excluida cualquier actividad permanente, y con mayor razón, cualquier vivienda, sin indicar una anchura mínima del pasillo para los diferentes tipos de líneas ni valores máximos recomendados de los campos.

Por lo que respecta al campo eléctrico, el valor del campo máximo es de 3,14 kV/m, siendo de 1,82 kV/m el valor en el eje. Para 20 m y 50 m los valores son, respectivamente, de 1,84 kV/m y 0,18 kV/m.

El campo magnético presenta un valor máximo de 8,29 μ T y un valor en el eje de 7,52 μ T. Para 20 y 50 m, las cifras son, respectivamente, de 3,29 mT y 0,63 μ T.

³² Decreto 29296-SALUD-MINAE

En ambos casos se observa que a partir del intervalo 20 m - 50 m, los valores de los campos disminuyen de forma considerable según nos alejamos de la línea.

Los valores máximos de campo magnético obtenidos a unas distancias de 10, 20, 30 y 50 m según se aleja del eje de la línea son las siguientes:

Distancia (m)	μT
10	6,48
20	3,29
30	1,66
50	0,63

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, 1997.

Se observa que los valores máximos calculados de campo magnético en la línea SIEPAC son sensiblemente inferiores a los más restrictivos de las recomendaciones y normative vigentes para Costa Rica, para los estadounidenses, los europeos y del resto del mundo anteriormente citadas.

Además, se ha de señalar que dada la estructura de los núcleos de población presentes, las viviendas de la zona que quedarán a menor distancia de la línea se encuentran a distancias sensiblemente superiores a las señaladas, por lo que no cabe evaluar un impacto debido a una posible afección a la población por la producción de los campos electromagnéticos, al encontrarse en todos los casos fuera del área definida en la legislación.

C.1.1.2.4. Radiointerferencias (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

El paso de la corriente por la línea eléctrica generará una serie de interferencias en la recepción de señales de radio y televisión en el entorno de la línea, a muy pocos metros de la misma, desapareciendo en escasos metros por lo que pueden considerarse como no significativos, salvo en el caso de que se aproximaran a zonas con generadores o receptores de ondas de importancia.

C.1.2.2.5. Alteraciones en el uso de la aviación en la gestión agrícola y forestal (*Fuente, EsIA del año 1 997*)

Durante la fase de funcionamiento podrá existir interacción en el uso de aviones para el control de plagas, la extinción de incendios, o para otros usos civiles, como consecuencia de la presencia de los apoyos y de los cables.

Los aviones y helicópteros tendrán que volar a más altura para evitar el contacto con la línea, lo que entorpecerá su actuación.

Igualmente la proximidad de la línea a aeródromos y aeropuertos supone un cierto riesgo para los aviones al condicionar las maniobras de aproximación y despegue. En el Reglamento sobre Líneas de Transmisión se indica la necesidad de colocar rótulos en caso de que se tengan cercanos aeródromos o aeropuertos. Es importante aclarar, que

no se tienen en el trazado de la línea ningún aeródromo o aeropuerto a menos de dos Km del trazado, los únicos dos que están a 1.7 Km aproximadamente están inactivos.

C.1.2.2.6. Cambios en la Calidad Paisajística (*Fuente EsIA, 1 997*)

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben.

Debido a la longitud de la línea en estudio, el impacto paisajístico producido va a ser muy variable en función de la zona atravesada.

El impacto que la línea SIEPAC va a generar sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

1. La presencia de apoyos en las proximidades de núcleos urbanos y de carreteras llevará consigo un mayor número de observadores, lo que contribuirá a aumentar la magnitud del impacto.
2. Los apoyos próximos a zonas o enclaves de interés paisajístico o cultural provocarán un mayor impacto en el territorio.
3. La ubicación de apoyos en cumbres y divisorias llevará consigo el que las cuencas visuales afectadas sean máximas.
4. En el cruce de zonas arboladas, la creación de la calle acentuará la presencia de la línea.
5. En zonas arboladas con especies de crecimiento lento, la elevación de los apoyos produce una mayor percepción visual de éstos.

Entre los factores que afectan al paisaje se distinguen tres fundamentales:

Calidad visual: Se habla de calidad visual cuando se mantiene un nivel de conservación del medio natural notable.

Fragilidad visual: Depende de la capacidad del entorno de absorber los impactos visuales que se provocan. Una zona con baja fragilidad visual por ejemplo se da en el entorno de una subestación ya existente en la que la presencia de otras líneas minimiza el impacto imputable a la introducción de la nueva.

Intervisibilidad: Depende de la amplitud de las cuencas visuales, la relación con la topografía, la cercanía a zonas o núcleos muy poblados que aumenten el número de observadores y cercanía a zonas de amplias panorámicas.

La presencia de las torres es un factor importante para el paisaje. Va a ser la repetición, a lo largo de una línea continua, de los apoyos lo que supondrá un impacto visual permanente. Las características paisajísticas de la zona evitan en ocasiones la visibilidad de

los apoyos, al atravesar las zonas onduladas con abundantes hondonadas donde pueden "escondarse" las torres. La situación a lo largo de una cota media en la ladera de una cordillera también favorecerá la ocultación parcial de éstas.

En ocasiones, los apoyos se colocan sobre cumbres y divisorias de aguas; esta localización aumenta la intervisibilidad y el número de observadores. El impacto producido por su presencia puede entonces presentar una magnitud apreciable.

C.1.2.2.7. Riesgo de colisión de aves.

La mayor parte de las colisiones ocurren en condiciones de escasa visibilidad para las aves diurnas, como son días de niebla, amaneceres y atardeceres. Para las aves nocturnas, en cambio, el peligro es continuo cada noche. En la matriz de indentificación de impactos, se detalla como efecto producto de la presencia de la línea el riesgo de colisión de aves, específicamente para aves migratorias, sin embargo como se puede apreciar del mapa respectivo (mapa 15) el riesgo es bajo. Se fue claro en la sección de fauna con base en la literatura analizada (Tomo III) que no hay referencias sobre aves, que hayan sufrido accidentes por colisión con tendidos eléctricos.

C.1.2.2.8. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre.

Es importante indicar que el riesgo de electrochoque de fauna terrestre es prácticamente nulo, aun así se identifica y valora en la Matriz de importancia de Impacto Ambiental (MIIA)

C.1.2.2.9. Cuadros Resumen de Impactos Potenciales

Los cuadros 7-9 muestran el resumen de los efectos o impactos potenciales asociados a la operación y mantenimiento de la línea.

Cuadro 7. Efectos: Restricción de Uso del Suelo, Producción de Ozono y Generación de Ruido.

Impacto	Factor Ambiental	Restricción de Uso del Suelo (Derecho de Vía)	Producción de Ozono	Generación de Ruido
Colisión de aves	Biota			
Alteración fauna terrestre				X
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico	X		
Cambio en el valor de la propiedad		X		
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.		X		

Alteración o daño en salud pública			X	
Afecta calidad de vida				X
Contaminación del aire	Aire		X	

Cuadro 8. Efectos sobre: Interferencias en Señales de Radio y TV, Presencia de Campos Eléctricos y Magnéticos, Riesgo de Colisión de Aves.

Impacto	Factor Ambiental	Interferencias en Señales de Radio o TV	Presencia de Campos Eléctricos y Magnéticos	Riesgo de Colisión de Aves.
Colisión de aves	Biota			X
Alteración fauna terrestre				
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico			
Cambio en el valor de la propiedad				
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.				
Alteración o daño en salud pública			X	
Afecta calidad de vida			X	

Cuadro 9. Efectos sobre: Riesgo de Electrochoque de Fauna Terrestre, Cambio en la Calidad del Paisaje y Restricción en el Uso de la Aviación.

Impacto	Factor Ambiental	Riesgo de Electrochoque de Fauna Terrestre.	Cambio en la Calidad del Paisaje	Restricción de Uso de la Aviación
Colisión de aves	Biota			
Alteración fauna terrestre		X		
Invasión de especies exóticas				
Cambio de uso actual o potencial turístico	Socioeconómico		X	
Cambio en el valor de la propiedad			X	
Afecta gestión agrícola local o pecuaria.				X
Alteración o daño en salud pública				
Afecta calidad de vida				

C.2. Valoración de Impactos

El objetivo de la valoración ambiental, es definir los impactos ambientales relevantes, de acuerdo con las condiciones del medio y con las características de la acción impactante. La metodología utilizada para la valoración se explicó en la Sección A.

La línea de transmisión, se dividió en 10 tramos y para cada uno de ellos, se definieron subtramos, siendo un total de 175. La valoración de impactos se basa en la información básica que se tiene en los mapas temáticos.

Las matrices de valoración de impactos se dividieron en fase de construcción y operación y se presentan en una carpeta aparte en formato de hoja electrónica (Excel), nombrada Matrices de Impacto, ubicada dentro del Volumen III.

C.2.1. Impactos Fase de Construcción

Para la fase de construcción, se estudiaron los impactos generados por tres diferentes actividades del proyecto, a saber: apertura de caminos, construcción de torres y colocación de cableado y finalmente, apertura de calles o servidumbres.

Los siguientes son los factores ambientales identificados como impactados en la fase de construcción:

1. Suelo
2. Aire
3. Aguas superficiales
4. Aguas subterráneas
5. Biota
6. Paisaje
7. Socioeconómicos

Para valorar los impactos ambientales, se utilizó un criterio basado en las condiciones del medio, así como en las características de la acción impactante. En el Cuadro 10 se detalla el criterio utilizado, para la valoración de los impactos de la fase de construcción en los 175 tramos. Los resultados para cada subtramo se pueden apreciar en el Tomo II Sección E-1 Matrices de Construcción.

Cuadro 10. Criterios Para Valoración de Impactos. Fase de Construcción

N°	Impacto	Información Ambiental Utilizada	Criterio para Definir Intensidad	Criterio para Definir Extensión	Criterio para Definir Momento	Criterio para Definir Persistencia	Criterio para Definir Reversibilidad
1	Cambios en la calidad de aguas superficiales (por presencia de sedimentos u otros contaminantes).	Erosión (para evaluar sedimentos). Y Producción de desechos sólidos, se considera baja por el tipo de proceso constructivo (para evaluar otros contaminantes).	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
2	Cambio en el caudal del cuerpo receptor, por aumento de escorrentía superficial.	Precipitación	Intensidad baja precipitación promedio anual < a 1 000 mm Intensidad media, precipitación promedio anual entre 1 000 y 2 500 mm	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.

			Intensidad alta, precipitación promedio entre 2 500 y 4 000 mm				
			Intensidad muy alta, precipitación > a 4 000 mm.				
3	Cambio en el caudal del cuerpo receptor, por intercepción de la red hidrológica.	La presencia de cursos de agua en la zona de influencia directa de la línea, indica la probabilidad de alterar por las obras (caminos de acceso, cimientos de torres), las redes de drenaje superficial.	La intensidad depende de la red de drenaje existente, la cual se mide en función de los ríos o cauces cercanos o que cruzan la línea. Intensidad baja a media, (de 4 a 1 cauce presente). Intensidad alta a muy alta más de 4 cauces cercanos.	La extensión es parcial, por relacionarse con una cuenca.	El impacto ocurre inmediato a generarse las obras.	El efecto es permanente, (mientras las obras permanezcan)	El efecto es irreversible.
4	Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	erosión	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	El suelo perdido no es recuperable, por lo que se considera irre recuperable.
5	Deslizamientos (movimientos en masa)	Información sobre deslizamientos activos, visitas de campo y características	Intensidad baja Intensidad media Intensidad alta	Por ser un impacto localizado se considera puntual			

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

		geológicas (mapas de riesgo explicados en la sección metodología)	Intensidad muy alta				
6	Deslizamientos en masa originados en los depósitos de suelo de desecho.	La cantidad de suelo de desecho se evalúa en función de la pendiente y la necesidad de abrir caminos.	Intensidad baja, pendiente entre 2-15%	Por ser un impacto localizado se considera puntual	La ocurrencia del impacto depende de la estabilidad de los taludes de la escombrera. Se considera una ocurrencia de mediano plazo.	El impacto es fugaz.	El impacto es de recuperación de corto plazo.
			Intensidad media, pendiente entre 15 y 30%				
			Intensidad alta, pendiente entre 30 y 60 %.				
			Intensidad muy alta, pendiente mayor a 60%.				
7	Compactación del suelo	Movimiento de tierras necesario (se analiza en función de la pendiente, los caminos de acceso disponibles)	Por el tipo de proceso constructivo, tanto para la apertura de caminos, como para la construcción de torres y líneas se considera intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Devolver las cualidades del suelo, una vez que éste es compactado es de mediano plazo.
8	Contaminación del suelo	Uso del suelo, y potencial de apertura de caminos.	Por el tipo de proceso constructivo, tanto para la apertura de caminos, como para la construcción de torres y líneas se considera intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	La recuperación del suelo contaminado puede tomar de 1 a 3 años (mediano plazo) hasta ser irreversible, por lo que se considerará en todos los casos una reversibilidad de largo plazo.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

9	Cambio en la calidad de aguas subterráneas	<p>Presencia de pozos o tomas de agua.</p> <p>Cuando no se tienen pozos en el tramo, se considera un impacto de intensidad baja.</p> <p>Además, se considera en la valoración cualitativa, la información referente a los pozos.</p>	<p>Intensidad baja, presencia de un pozo o toma de agua a 200m o más de distancia de la línea.</p> <p>Intensidad media, pozo o toma de agua a una distancia entre 200 y 100 m de la línea</p> <p>Intensidad alta, pozo o toma de agua a una distancia entre 50 y 100 m de la línea</p> <p>Intensidad muy alta pozo o toma de agua a una distancia entre 0 y 50 m de la línea.</p>	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Los cambios en la red de drenaje de las aguas subterráneas o la contaminación de ellas, es un impacto que se puede dar inmediatamente, si el acuífero analizado es muy superficial, o darse años después. Por lo tanto se considera un momento de mediano plazo.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	La recuperación de las aguas subterráneas contaminadas puede tomar de 1 a 3 años (mediano plazo) hasta ser irreversible, por lo que se considerará en todos los casos una reversibilidad de largo plazo.
10	Cambio en la cantidad de aguas subterráneas	Los cambios en la cantidad se causan por las alteraciones en la red de drenaje. Estas alteraciones se evalúan en función de la menor infiltración a consecuencia de la compactación o impermeabilización de áreas	Se indicará de forma general una intensidad baja, porque no se tiene información suficiente para cuantificar la menor infiltración. Se supone baja, porque el área potencialmente alterada es pequeña.	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Los cambios en la red de drenaje de las aguas subterráneas o la contaminación de ellas, es un impacto que se puede dar inmediatamente, si el acuífero analizado es muy superficial, o darse años después. Por lo tanto se considera un momento de mediano plazo.	Si los cambios en la red de drenaje son originados por obras permanentes (como un camino), el impacto se considera permanente.	Si los cambios en la red de drenaje son originados por obras permanentes (como un camino), el impacto se considera irreversible.

11	Fraccionamiento de hábitat	Presencia de bosque en la ruta de la línea.	Intensidad baja, cuando la línea pasa a través de 50 m lineales o menos.			Se considera un impacto de carácter permanente, considerando que el impacto continúa durante la fase de operación del proyecto.	El impacto puede revertirse; sin embargo, se considera que el mismo continuará durante la fase de operación, por lo que se considera irreversible.
			Intensidad media, cuando la línea pasa a través de 50 a 100 m lineales.				
			Intensidad alta, cuando la línea pasa a través de 100 a 200 m lineales.				
			Intensidad muy alta, cuando la línea pasa a través de 200 o más m lineales.				
12	Alteración o destrucción de flora y/o fauna.	Presencia de bosque en la ruta de la línea	Intensidad baja, cuando la línea pasa a través de 50 m lineales o menos.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Se considera un impacto de carácter permanente, considerando que el impacto continúa durante la fase de operación del proyecto.	El impacto puede revertirse; sin embargo, se considera que el mismo continuará durante la fase de operación, por lo que se considera irreversible.
			Intensidad media, cuando la línea pasa a través de 50 a 100 m lineales.				
			Intensidad alta, cuando la línea pasa a través de 100 a 200 m lineales.				
			Intensidad muy alta, cuando la línea pasa a través de 200 o más m lineales.				
	Cambios geomorfológicos (causados por	Pendientes y potencial de apertura	Intensidad baja, con pendiente entre 2 y 15%	Por ser un impacto que potencialmente se observa de lejos,	Por ser un impacto que se genera	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado	El impacto es irreversible.

Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

13	apertura de caminos o presencia de botaderos de suelo de desecho)	caminos, con base en los caminos ya existentes, (a mayor cantidad de caminos menor impacto potencial)	Intensidad media, con pendiente entre 15 y 30% Intensidad alta con pendiente entre 30 y 60% Intensidad muy alta con pendiente mayor a 60%	se considera parcial	inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente.	
14	Alteración cromática y de formas, causados por el proceso constructivo (obras y botaderos de suelo de desecho); así como el efecto de la erosión.	Visita de campo y uso del suelo	Por ser un impacto de difícil valoración y depender de cada sitio, se considera de forma general una intensidad media. En caso de tramos con información de campo, se podría indicar una valoración diferente.	Por ser un impacto que se observa potencialmente de lejos, se considera parcial	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente. El impacto sobre el paisaje producido por la erosión, se considera fugaz, pues se da durante el proceso constructivo.	El impacto es irreversible. Los efectos cromáticos causados por erosión, son reversibles a corto plazo, con medidas correctoras.
15	Gases o partículas en suspensión	Visitas de campo, uso del suelo y potencial de erosión.	Se valorará en general el impacto como leve, por el tipo y cantidad de maquinaria utilizada. Las partículas por erosión eólica, se consideran de intensidad leve a media y en zonas muy ventosas (tramo CR-1 y sector de Cañas se considera intensidad alta.	Por ser un impacto en donde los contaminantes pueden afectar zonas en la dirección del viento se considera parcial	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.

Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

16	Ruido	Presencia de poblaciones	<p>Intensidad baja, poblaciones a distancias mayores a 500 m de la línea.</p> <p>Intensidad media, con poblaciones entre 500 y 200 m de la línea.</p> <p>Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 100 m de la línea.</p> <p>Intensidad muy alta, con poblaciones a 100 m o menos de la línea.</p>	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
17	Conflictos viales	Poblados cercanos	<p>Intensidad baja, poblaciones a distancias mayores a 500 m de la línea.</p> <p>Intensidad media, con poblaciones entre 500 y 200 m de la línea.</p> <p>Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 100 m de la línea.</p> <p>Intensidad muy alta, con poblaciones a 100 m o menos de la línea.</p>	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
18	Generación de empleo directo o indirecto	Poblados cercanos	Por el tipo de proceso constructivo se considera un impacto en general de intensidad baja.	Por las características del proyecto, se considera que el potencial efecto en servicios es parcial.	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Las condiciones de empleo de las zonas, volverán a lo normal a corto plazo.

Consortio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

19	Cambio de uso del suelo, por la construcción de las obras (camino de acceso y otras) y por expropiación.	Uso del suelo	Por ser una obra lineal de un área pequeña a utilizar, se considera en general un impacto de intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o servidumbre es permanente.	El impacto es irreparable.
20	Alteración o destrucción de yacimientos arqueológicos o monumentos históricos, por la construcción de las obras (camino de acceso, o cimientos de torres) o por la colocación de suelo de desecho en botaderos.	Ubicación de yacimientos arqueológicos y/o monumentos históricos.	<p>Intensidad baja, yacimientos o monumentos a distancias mayores a 500 m de la línea.</p> <p>Intensidad media, con yacimientos o monumentos entre 500 y 200 m de la línea.</p> <p>Intensidad alta, con poblaciones entre 200 y 50 m de la línea.</p> <p>Intensidad muy alta, con yacimientos o monumentos a 50 m o menos de la línea.</p>	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser las obras, permanentes, el impacto causado por el cambio en el uso del suelo por apertura de caminos o calle es permanente.	El impacto es irreparable.
21	Seguridad ocupacional.	Características del proceso constructivo	Por las características del proceso constructivo se considera un impacto de intensidad media.	Por ser un impacto localizado se considera puntual	Por ser un impacto que se genera inmediatamente de ocurrida la acción, el momento de ocurrencia es inmediato.	Por ser un impacto de la fase constructiva y analizarse por tramo, (periodo de construcción de un tramo) se considera fugaz.	Los accidentes laborales pueden ser desde leves hasta graves (muerte) por lo que se considerará un impacto irreparable.

C.2.2 Valoración de los Impactos Fase de Operación

En la fase de operación de la línea de transmisión se identificaron los siguientes factores ambientales, como potencialmente afectados:

1. Agua superficial
2. Agua subterránea
3. Suelo
4. Aire
5. Biota
6. Paisaje
7. Socioeconómico

La valoración de impactos de la fase de operación se basa en los criterios que se exponen en el Cuadro 2. Se identificaron tres actividades de proyecto importantes en la fase de operación y para cada una de ellas se valoran los impactos generados por las diferentes acciones de cada actividad evaluada; finalmente, se presenta una matriz en por cada subtramo donde se resumen todos los impactos y su valoración total, lo cual se puede apreciar en Tomo II Sección E-2 Matrices de Operación.

Las actividades evaluadas son: presencia de caminos de acceso, operación de las torres y líneas y la presencia de la calle en la ruta de la línea de transmisión. Se explica a continuación, los impactos identificados.

C.2.2.1 Presencia de caminos de acceso

La presencia de los caminos de acceso construidos durante el proceso constructivo, generarán una serie de impactos que se inician en dicha fase y continúan durante la vida útil del proyecto. Dichos impactos, no se valoran en la fase de operación, puesto que ya fueron analizados en la fase de construcción, en donde se consideró una permanencia de largo plazo. Dentro de los impactos, con dicha característica se tienen:

Impactos causados por el aumento de la escorrentía superficial, al tener las áreas de impermeabilización de los nuevos caminos.

Además, se tienen los impactos generados por:

1. Erosión de la trocha y taludes del camino
2. Acceso a zonas rurales o protegidas
3. Cambio en la calidad paisajística
4. Invasión de especies exóticas
5. Generación de desechos sólidos, por los vehículos al pasar.
6. Generación de desechos líquidos, como derrames accidentales o aceites.

C.2.2.2. Torres y Líneas

Los impactos generados por la presencia de las torres y sus líneas (cableado), se asocian principalmente con la población, se tienen los impactos generados por:

1. Restricción en el uso del suelo (derecho de vía)
2. Producción de ozono
3. Generación de ruido
4. Interferencias en las señales de radio y TV
5. Campos eléctricos y magnéticos
6. Riesgo de colisión de aves
7. Riesgo de electrochoque de fauna terrestre
8. Cambio en la calidad del paisaje
9. Restricción de vuelo

Finalmente, se tienen aquellos impactos generados por la apertura de la calle, los cuales tienen la característica de iniciar durante el período de construcción y continuar durante la vida útil del proyecto, por ello se ha indicado persistencia como permanente e irreversible, en el análisis matricial de dichos impactos en la fase de construcción.

En el Cuadro 11, se exponen las consideraciones evaluadas, para confeccionar la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA) de cada uno de los tramos y subtramos del proyecto, en su fase de operación.

Cuadro 11. Criterios para Valoración de Impactos. Fase de Operación.

N°	Impacto Analizado	Información Ambiental Utilizada	Criterio para Definir Intensidad	Criterio para Definir Extensión	Criterio para Definir Momento	Criterio para Definir Persistencia	Criterio para Definir Reversibilidad
1	Cambios en la calidad de aguas superficiales (por presencia de sedimentos u otros contaminantes)	Erosión la cual se da en los taludes de las vías y en la propia calzada. Producción de desechos sólidos o líquidos por el paso de vehículos en vías nuevas.	Intensidad baja, cuando se tiene erosión leve a moderada. Intensidad media, cuando se tiene erosión alta Intensidad alta, con erosión severa. Intensidad muy alta, con erosión muy severa	Por la presencia de una red de drenaje amplia, se considera el impacto parcial	Por ser un impacto que se genera al momento de ocurrencia de la acción, se considera inmediato.	Por ser un impacto de la fase operativa, se considera la persistencia como permanente.	Por ser un impacto recuperable, una vez que cesa la acción, se considera reversible de corto plazo.
2	Deslizamientos (movimientos en masa)	El riesgo a deslizamientos en los cortes de los caminos de acceso o sitios de torres, depende de una serie de condiciones geológicas, pendiente del terreno, precipitación y presencia de fallas. El fenómeno es complejo; sin embargo, para este caso de análisis se utilizará únicamente el criterio de pendiente.	Intensidad baja, pendiente entre 2 y 15% Intensidad media, pendiente entre 15 y 30%. Intensidad alta, pendiente entre 30 y 60%. Intensidad muy alta, con pendiente mayor a 60%	El impacto es de extensión puntual.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará para efectos del presente estudio, como inmediato.	La persistencia, depende de las medidas de mitigación que se realicen en las zonas de deslizamiento. Se considerará, para efectos del presente estudio, como permanente.	El impacto se considera irre recuperable.
	Contaminación del suelo por sólidos y/o líquidos.	La contaminación del suelo, se puede dar por la presencia	Se considerará una intensidad baja para todos los casos,	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato a que	La persistencia es permanente.	La recuperación del suelo es lenta, por lo que se

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

3		de basuras o líquidos derramados, por la presencia de los caminos de acceso.	pues son caminos de muy poco tránsito en su mayoría.		se de la acción, (derrame o contaminación con residuos sólidos)		considera como irreversible.
4	Contaminación de aguas subterráneas.	La contaminación de las aguas subterráneas, se puede dar por la presencia de basuras o líquidos derramados, por la presencia de los caminos de acceso.	Se considerará una intensidad baja para todos los casos, pues son caminos de muy poco tránsito en su mayoría.	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato a que se de la acción, (derrame o contaminación con residuos sólidos)	La persistencia es permanente	La recuperación del suelo es lenta, por lo que se considera como irreversible.
5	Extracción de plantas y caza de animales	La presencia de bosque será el indicador de que potencialmente se presente el impacto, esto por la presencia de caminos de acceso.	<p>Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.</p> <p>Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.</p> <p>Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.</p> <p>Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.</p>	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como inmediato.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irre recuperable.

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

6	Alteración o destrucción de flora y fauna.	La presencia de bosque será el indicador de que potencialmente se presente el impacto, esto por la presencia de caminos de acceso.	Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como de mediano plazo.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irrecuperable
			Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.				
			Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.				
			Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.				
7	Invasión de especies exóticas.	La presencia de caminos de acceso, permite el acarreo de especies exóticas a las zonas boscosas.	Intensidad baja, cuando se tiene un porcentaje de bosque en el subtramo menor a 25%.	La extensión se considera parcial, para el subtramo analizado, pues va más allá del trazado de la línea.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como inmediato.	La persistencia dependerá de las acciones o medidas de mitigación; sin embargo, se considerará como permanente.	El impacto es irrecuperable
			Intensidad media, cuando el porcentaje de bosque esta entre 25 y 50%.				
			Intensidad alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 50 y 75%.				

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

			Intensidad muy alta, cuando el porcentaje de bosque esta entre 75 y 100%.				
8	Afectación de aves migratorias.	La presencia de las torres acarrea el riesgo de colisión de aves. No se tiene información ambiental detallada para poder valorar con precisión este impacto.	Se considerará una intensidad baja en todos los tramos.	La extensión es puntual.	El momento de ocurrencia es incierto, se considerará como de mediano plazo.	Puesto que el riesgo de colisión se mantiene durante toda la vida útil del proyecto, se considera como impacto permanente.	El impacto es irrecuperable, (muerte de las aves)
9	Contaminación del aire.	La contaminación del aire, se puede dar por el polvo que se genera al paso de vehículos en los nuevos caminos de acceso, así como los gases de combustión de los vehículos. Además, por la generación de ozono por el efecto corona que se genera en el campo eléctrico de la línea de transmisión.	Para todos los casos, se considera un impacto de baja intensidad, cuando se evalúa la contaminación del aire derivado del paso de vehículos. En el caso del ozono, también se considera una intensidad baja, puesto que la cantidad generada se dispersa en la atmósfera de forma inmediata.	La extensión del impacto es parcial.	El momento de ocurrencia es inmediato.	El impacto es permanente, puesto que ocurre durante toda la operación del proyecto.	El impacto es reversible, una vez que el fenómeno que lo origina se detiene. Sin embargo, puesto que la acción generadora se mantiene durante todo el proyecto, se considera irreversible.
10	Afectación de la gestión agrícola local.	La presencia de las torres y cables, produce restricciones en el uso de aviones para fumigación.	La presencia de cultivos, que utilicen como el medio aéreo de fumigación, será el indicador. Para todos los casos anteriores, se	La extensión del impacto es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	El impacto es permanente, puesto que ocurre durante toda la operación del proyecto.	El impacto es irrecuperable.

			considera una intensidad media.				
11	Peligro para aeropuertos o aeródromos locales.	La presencia de tales instalaciones cercanas a la línea, significarán impacto. Sin embargo, no se tiene cercano a la línea ninguna instalación en uso. El impacto no se identifica en ningún tramo.					
12	Alteración o daño en salud pública.	El daño en la salud pública se origina por la presencia de los campos electromagnéticos y su potencial afectación a la salud. Sin embargo, no se tiene pruebas epidemiológicas contundentes sobre el tema. Se considera que la presencia de la torre cercana a una población, afectaría potencialmente.	La intensidad en todos los casos se considera baja, pues los poblados se encuentran a distancias mayores a 500m.	La extensión del impacto potencial es puntual	El momento de ocurrencia se ha asociado como de largo plazo.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando como cierta que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irrecuperable.
13	Afectación de la calidad de vida.	La presencia de ruido, derivado de la línea, así como las alteraciones a las señales de radio o TV, alteran la calidad de vida de los vecinos cercanos. La cercanía a la línea	La intensidad será baja en todos los tramos, pues las poblaciones se encuentran alejadas más de 500 m.	La extensión del impacto potencial es puntual	El momento de ocurrencia se ha asociado como inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irreversible.

		será el parámetro de análisis.					
14	Cambio en el uso potencial turístico.	<p>La presencia las torres y cableado pueden afectar el paisaje, y con ello disminuir el uso turístico de una zona o potencial.</p> <p>Por otra parte, la apertura de caminos, permite el acceso a zonas de uso turístico.</p>	<p>La intensidad del impacto se considerará en todos los casos como baja, puesto que se ha buscado colocarla en la medida de lo posible alejada de sitios turísticos y alejada de poblaciones.</p> <p>El impacto positivo de mayor accesibilidad a sitios turísticos, también se considerará de intensidad baja.</p>	El impacto es de extensión puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto de ocurrir es irreparable.
15	Afectación de monumentos históricos y culturales.	<p>La presencia de los caminos de acceso, así como de las torres y cableado pueden afectar el paisaje, y con ello puede afectar monumentos culturales.</p> <p>Sin embargo, en el caso de análisis, el impacto no se considera, puesto que el trazo de la línea evitó pasar por los sitios histórico o culturales reportados.</p>					

Consorcio/ECOTEC/ProAmbiente/RPI

16	Cambio en el valor de las propiedades.	La presencia de caminos de acceso o la mejora de algunos existentes, producen un aumento en el valor de las propiedades cercanas. Sin embargo, la presencia de una servidumbre (línea de transmisión), genera disminución en el valor de la propiedad gravada.	Para el caso del aumento en el valor de la propiedad se considera en todos los casos un impacto de intensidad baja. Por el contrario, en el caso de la disminución en el valor de las propiedades gravadas con servidumbres de paso de la línea se considera un impacto de intensidad media.	La extensión del impacto en ambos casos es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia del impacto, es permanente, considerando que la fuente se mantiene durante toda la vida útil del proyecto.	El impacto es irrecuperable.
17	Conflictos viales	Los conflictos viales se pueden presentar por el aumento de vehículos en zonas rurales, al mejorar las condiciones de los caminos de acceso.	La intensidad se considerará baja, para todos los casos.	La extensión del impacto es puntual.	El momento de ocurrencia es inmediato.	La persistencia es permanente.	El impacto es irrecuperable.

C.2.3. Análisis de Resultados

Los resultados de la valoración de impactos se agruparon por factor ambiental, resultando la confección de seis mapas para la fase de construcción y cinco para la fase de operación. Estos mapas pueden verse en las páginas siguientes.

La metodología para la valoración de los impactos por factor ambiental y la confección de los mapas se describe a continuación:

- a) Se suman los valores de importancia de los impactos generados por las diferentes acciones de proyecto y efectos en una sola matriz y se dividen entre el número de impactos. El objeto de dividir el valor de importancia totalizado entre el número de impactos es mantener la escala de impactos bajos, medios y altos válida, para poder realizar la comparación.
- b) Se totalizan los valores de importancia para cada factor ambiental y se dividen entre el número de efectos que lo han generado; esto con el objeto de mantener la escala de valores válida.

La escala de la SETENA para la valoración de impactos individuales se muestra en la tabla siguiente:

Valor de importancia	Impacto
8-39	Bajo
40-60	Medio
61-100	Alto

Al agrupar o sumar impactos se debe tener el cuidado que cuando se compara el valor de importancia totalizado, con la escala anterior, se considere que ésta es para impactos individuales. Es por esa razón, que una vez que se han agrupado, se dividen entre el número de impactos sumados, esto con el fin de poder utilizar la escala.

Los mapas agrupan para cada factor ambiental analizando los diferentes impactos y a través de la valoración, se determina si los impactos son bajos, medios o altos para los factores ambientales analizados.

La conclusión de los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Análisis de Resultados, Fase de Construcción.

Factor Ambiental	Valor del Impacto
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Paisaje	Bajo
Socioeconómico	Bajo

Cuadro 13. Análisis de Resultados, Fase de Operación

Factor Ambiental	Valor del Impacto
Aguas superficiales	Bajo
Aguas subterráneas	Bajo
Suelo	Bajo a Medio
Biota	Bajo a Medio
Socioeconómico	Bajo

C.2.4. Comportamiento de los factores ambientales, de acuerdo con los valores acumulativos de Impacto

Previo al análisis del comportamiento de los factores ambientales, de acuerdo al valor acumulado de importancia de los impactos, se describen algunas características importantes de la metodología utilizada; para realizar la valoración de impactos, a saber: la denominada Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA), definida en el decreto 588-97 SETENA.

Los parámetros utilizados para la valoración de la importancia de impactos son:

- Signo (indica si el impacto es positivo o negativo)
- Intensidad (indica la magnitud del impacto)
- Extensión (indica el área geográfica de extensión del impacto)
- Momento (indica el momento de ocurrencia del impacto a partir de generada la acción)
- Persistencia (indica la permanencia en el tiempo del impacto)
- Reversibilidad (indica si el impacto es reversible o irre recuperable)

Cada parámetro tiene diferentes escalas, (las cuales se describen en el apartado de de Metodología, Sección A), y la selección del valor a introducir en la MIIA obedece a las condiciones diagnosticadas del ambiente, así como a criterio de experto. La justificación de cada uno de esos valores, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación, se describe en los Cuadros No. 10 y 11 de la sección anterior. A su vez dichos

valores se basan en la información de diagnóstico del medio ambiente, Cuadro denominado Resumen de Variables del SIG, que se presentan en el Anexo No. 8.

Se observa en ambos cuadros, que la definición del valor a introducir en la MIIA, para una serie de parámetros de valoración como son extensión, momento, persistencia y reversibilidad son iguales para los diferentes subtramos analizados, lo que implica valores de importancia muy semejantes o iguales en los diferentes subtramos. Además, la valoración de intensidad de forma cuantitativa no es posible realizarla para todos los impactos estudiados, por lo que se realiza una valoración cualitativa, considerando la escala de análisis de 1:50 000. Los criterios para la valoración cualitativa o cuantitativa del parámetro intensidad, también aparecen en los Cuadros No.10 y 11 antes indicados.

La importancia acumulada de los impactos, se refiere a la sumatoria de los valores de importancia obtenidos para cada uno de los factores ambientales, para cada una de las actividades básicas de las fases de construcción y operación y para cada uno de los diferentes efectos ambientales que causan el impacto analizado sobre el factor ambiental específico. Así por ejemplo, en la fase de construcción, se tienen tres actividades de proyecto que generan impactos: la apertura de caminos de acceso, la construcción de cimientos y colocación de torres e izado de cables y finalmente la apertura de la calle o derecho de vía de la línea. Cada actividad, genera efectos ambientales que causan impactos sobre los diferentes factores ambientales (agua superficial, suelo y biota entre otros), y la Matriz denominada Total, acumula los valores individuales de cada una de las importancias obtenidas.

Teniendo presente lo anterior, se procede a analizar los resultados obtenidos de la importancia acumulada, para dar una óptica del proyecto completo.

Fase de Construcción

Factor Ambiental Aguas superficiales.

Este factor muestra una dispersión a lo largo del trayecto, que va desde un valor mínimo de -264 hasta un máximo de -420. El valor promedio es de 308 (línea roja) y la desviación estándar de 33.6 (líneas celestes a ambos lados de los puntos azules)

Según se aprecia en el gráfico 1, todos los valores encontrados equivalen a un nivel de impacto de moderado a bajo, siendo solo algunos valores pico los que podrían demandar atención especial, sobre todo si el proceso constructivo se llevara cabo en la época de lluvias.

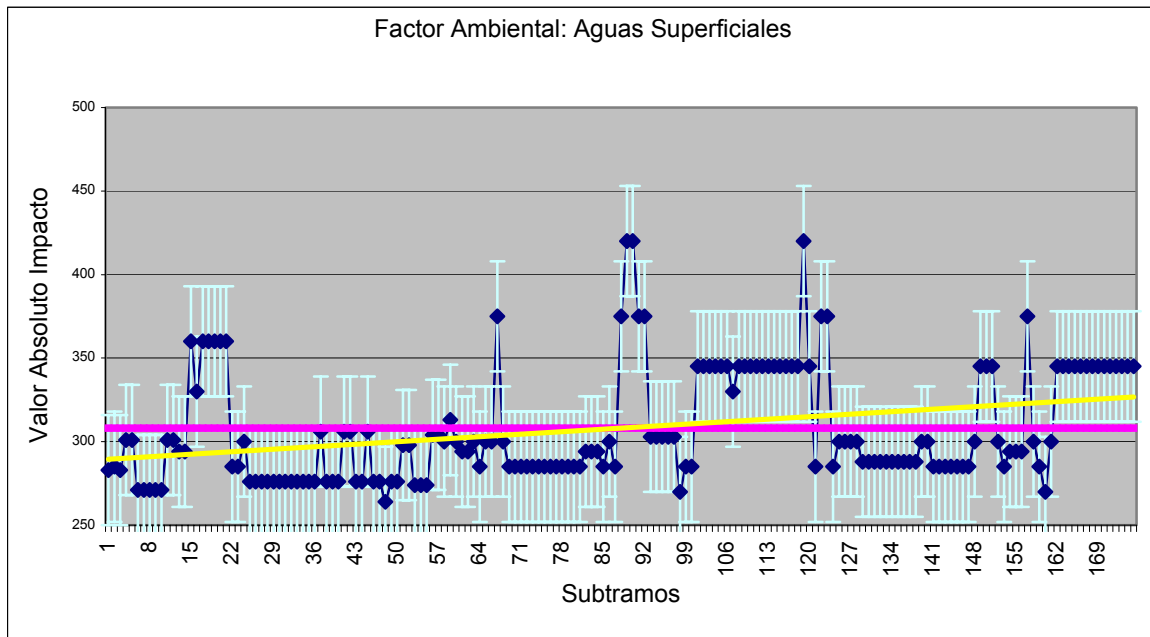
Los subtramos donde se debe prestar más atención a este factor ambiental son: 4-22, 5-21,5-22,5-23,5-24,5-25,7-11,7-14.7-15 y 9.9. Lo anterior, porque en esos subtramos se tiene erosión Muy Severa, lo cual influye el aumento de sólidos suspendidos de los cauces receptores de la escorrentía superficial y por lo tanto en la degradación de la calidad de las aguas superficiales.

Si bien es cierto que existen diferencias en la valoración de este factor en los distintos subtramos, el comportamiento es bastante homogéneo, a juzgar por las desviaciones

estándar, que indican poca diferencia significativa entre los valores, con excepción de los ya indicados.

La tendencia en el comportamiento de este factor a lo largo del país (línea amarilla), es hacia un aumento de norte a sur, lo cual es un comportamiento esperado considerando las características climáticas. Lo anterior se asocia a los mayores niveles de precipitación en la zona central y sur del país, así como a los efectos erosivos que podrían darse durante del proceso de construcción, especialmente en las zonas con mayor pendiente.

Gráfico 1



Factor Ambiental: Suelo.

Para este factor tenemos que el valor promedio del impacto acumulado es de 242.90, con un máximo de 313 y un mínimo de 170. La desviación estándar fue de 21.8, lo que muestra una dispersión no muy alta alrededor del valor medio, como se puede apreciar en el gráfico 2.

Cerca de la frontera norte, se tienen vientos fuertes, esto hasta llegar a la zona de Cañas, por lo que se refleja mayor erosión eólica, lo cual se evidencia en valores de importancia mayores en el factor ambiental suelo, a los del resto del país. La primera tendencia de valores oscila alrededor de 265, se presenta desde el primer tramo en frontera norte hasta el tramo 4.13. A partir de ese momento, la tendencia en los valores de impacto gira alrededor de 223, estableciendo una plataforma más baja en cuanto al posible impacto sobre este factor en el centro y sur del país, por las razones antes expuestas.

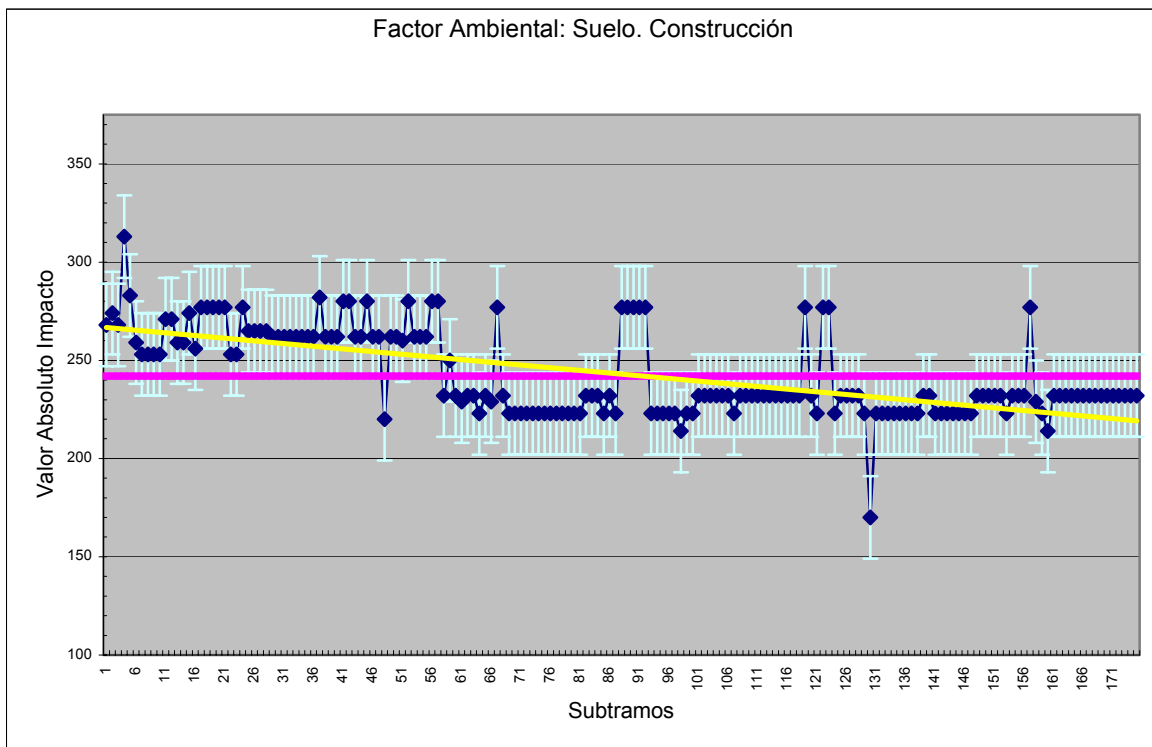
Se aprecia también que el impacto sobre el suelo, que es en general bajo, será más alto hasta el Tramo 4, siendo el único subtramo que muestra un valor más alto el subtramo 4-

22, razón por la que deberá prestarse especial cuidado durante el proceso de construcción.

A partir del Tramo 4 y hasta el 10, el impacto sobre el suelo será menor que en la primera parte del trayecto de la línea, destacando varios subtramos donde debe tenerse mayor atención al llevar a cabo las obras, que son: 5-22, 5-23,5-24,5-25, 7-11, 7-14,7-15 y 9-9, esto por cuanto en estos tramos se presenta erosión hídrica muy severa, según el mapa de riesgo de erosión desarrollado.

El ajuste de la tendencia lineal en el comportamiento de los valores es congruente con lo antes indicado, pues es claro que los valores de impacto acumulativo disminuyen de norte a sur.

Gráfico 2



Factor Ambiental Aguas Subterráneas.

Al igual que en el caso del suelo, las aguas subterráneas presentan dos mesetas, que en este caso son más evidentes. La primera se extiende también hasta mediados del Tramo 4 (subtramo 4-14). Lo anterior, se debe a la presencia de mayor cantidad de pozos en esa zona del país.

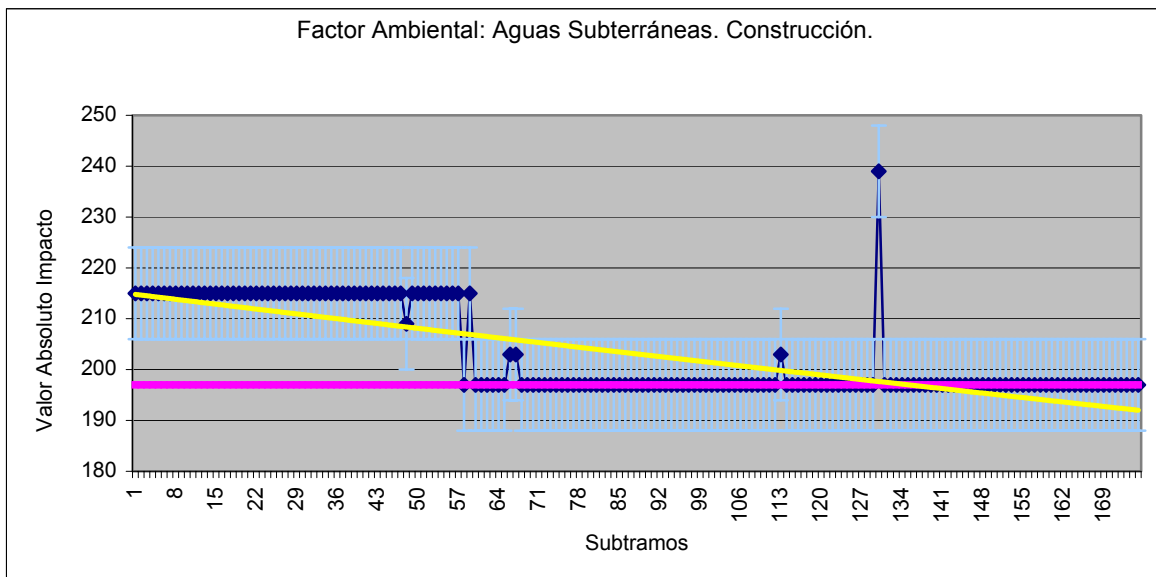
Para este factor, en general, no se nota ningún valor que amerite especial atención, con excepción del subtramo 8-2, que es el único que muestra una diferencia marcada con los

demás, pues las desviaciones estándar no se cruzan. Lo anterior, se debe a que en el subtramo 8-2, se encuentra un pozo debajo de la línea, lo cual incidió en una valoración más severa.

La dispersión de los valores va desde un mínimo de 197 a un máximo de 239, con un valor promedio de 203 y una desviación estándar de 8.8.

La tendencia en los valores de impacto indica que la significancia de este factor decrece de norte a sur, siendo este el mismo comportamiento encontrado cuando se analizó el factor suelo.

Gráfico 3



Factor Ambiental: Biota.

Este factor muestra un comportamiento muy homogéneo a lo largo de todo el trayecto de la línea, siendo la diferencia más significativa la presencia de valores cero en mayor proporción en la zona norte del país. Estos valores corresponden a sitios donde no existe cobertura boscosa y por ende donde tampoco se encuentra fauna asociada.

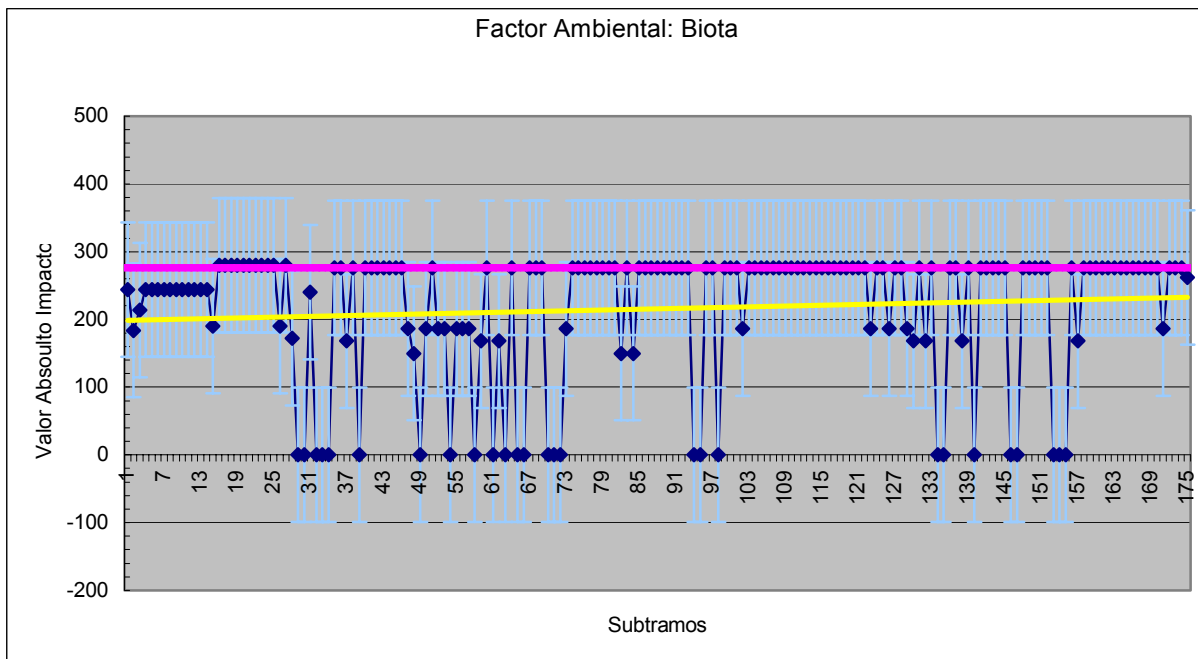
La asignación del valor de intensidad del impacto en presencia de bosque se asoció a los metros lineales de bosque que era atravesado por la línea. La valoración de la intensidad del impacto fue conservadora, puesto que se consideró una intensidad alta de impacto a los efectos sobre la biota en cualquier parche boscoso del país.

Si los valores cero se eliminaran, entonces los valores acumulativos de impacto oscilarían alrededor de 240, no existiendo diferencias significativas en lo encontrado en los distintos tramos. Es importante mencionar que para este factor tampoco se encontraron valores pico que demanden atención especial.

En general se puede inferir que la biota no se verá impactada en forma significativa, como se desprende de los valores bajos de impacto. Esta es una conclusión esperada, pues los movimientos de tierra y las alteraciones que se darán en la cobertura boscosa (que condiciona la presencia de hábitats para la fauna) serán limitadas y proporcionalmente muy pequeñas (dado que las calles no son muy anchas) al compararlas con la magnitud y calidad de los ecosistemas donde se ubicarán. Este último punto vale la pena reforzarlo, por cuanto, tal y como se describió en detalle en las secciones correspondientes, los ecosistemas por donde pasa la línea se encuentran ya bastante alterados.

La dispersión de los valores de impacto va desde 0 hasta 280, con un promedio de 276 y una desviación estándar de 99.

Grafico 4



Factor Ambiental: Paisaje.

La tendencia general en el comportamiento de este factor indica que el impacto sobre el paisaje será más alto en la parte norte del país que en el centro y sur. Se nota, al igual que en algunos casos anteriores, que existen dos mesetas, siendo la de menores valores promedio la que se encuentra a partir de mediados del Tramo 4.

Dentro de la primera meseta existe solo un valor pico que podría demandar alguna atención y corresponde al subtramo 4-14. En este subtramo, se tiene un impacto mayor debido a mayores cambios morfológicos.

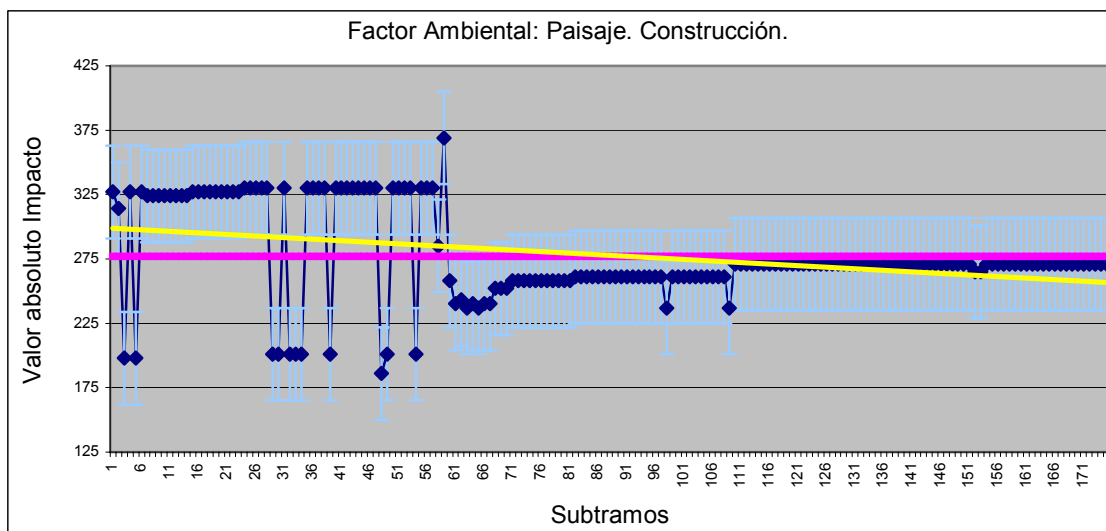
Los valores acumulados de impacto, siendo en general bajos, indican que el paisaje en general no será impactado de manera fuerte. El mayor valor promedio de este factor en la

parte norte se debe a la ausencia de cobertura forestal por los sitios donde pasará el trazado de la línea, que hacen de las torres un elemento de mayor contraste en el paisaje. Por el contrario, en el centro y sur la línea corre por piedemontes y parches de bosques secundarios donde no es tan evidente.

El ajuste lineal de los valores acumulados refleja tendencias similares a las encontradas para otros factores, como suelo y aguas subterráneas, que indica un impacto un poco mayor en la parte norte del país.

La dispersión de valores va de 186 a 369, con un promedio de 271 y una desviación de 35.

Gráfico 5



Factor Ambiental: Aire.

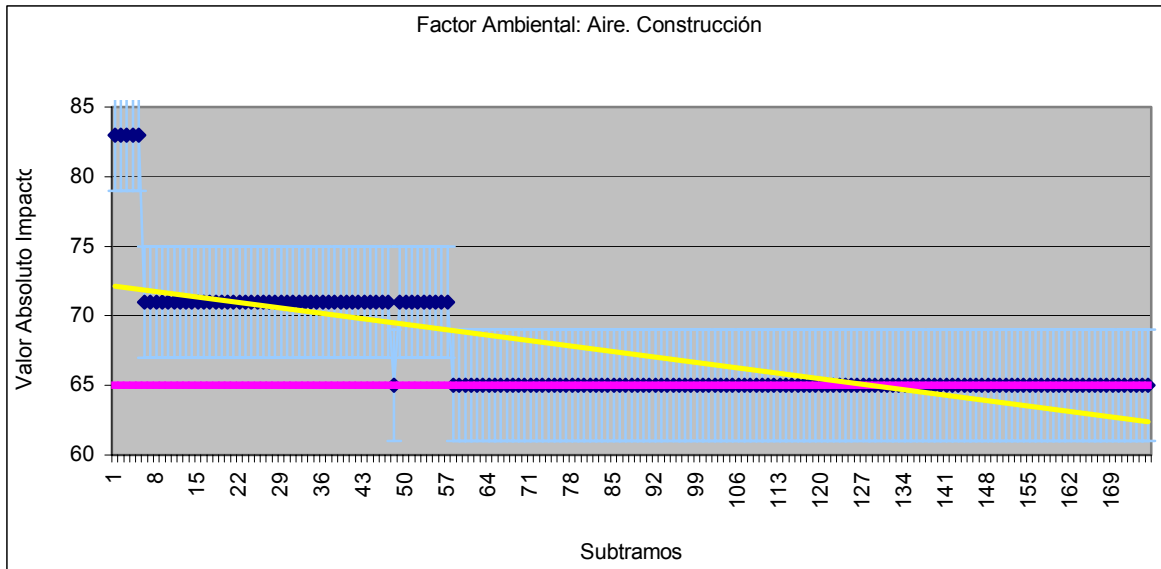
El efecto sobre el aire será también mayor en la parte norte que en el sur y esto está ligado, de nuevo, a la cobertura forestal y en este caso a la presencia de fuertes vientos en el Tramo 1.

De hecho, en el gráfico 6 se puede apreciar que los subtramos 1-5 del tramo 1 son los únicos que presentan valores significativamente diferentes del resto, por los fuertes alisios que soplan en esta zona durante la época seca.

A partir del Tramo 3 y hasta el 10, el factor viento no presenta picos ni valores extremos que indiquen condiciones especiales de impacto. De hecho, el comportamiento de los valores acumulativos es muy similar para todo el país, sin diferencias significativas, aunque la tendencia muestra que a partir de mediados del tramo 4 los valores de impacto oscilan alrededor de un valor medio bastante inferior a los encontrados en la parte norte.

Las pequeñas diferencias en este factor son tan bien evidentes al ver la dispersión de los datos que va desde un mínimo de 65 a un máximo de 83, con un promedio de 65 y una desviación de 3.8.

Gráfico 6



Factor Ambiental: Socioeconómico.

El ajuste lineal de la tendencia de los valores acumulados de impacto indica que estos aumentan hacia el sur de país, el comportamiento generalizado de este factor es similar a los anteriores, en cuanto a que no se observan picos o valores extremos que demandan especial atención.

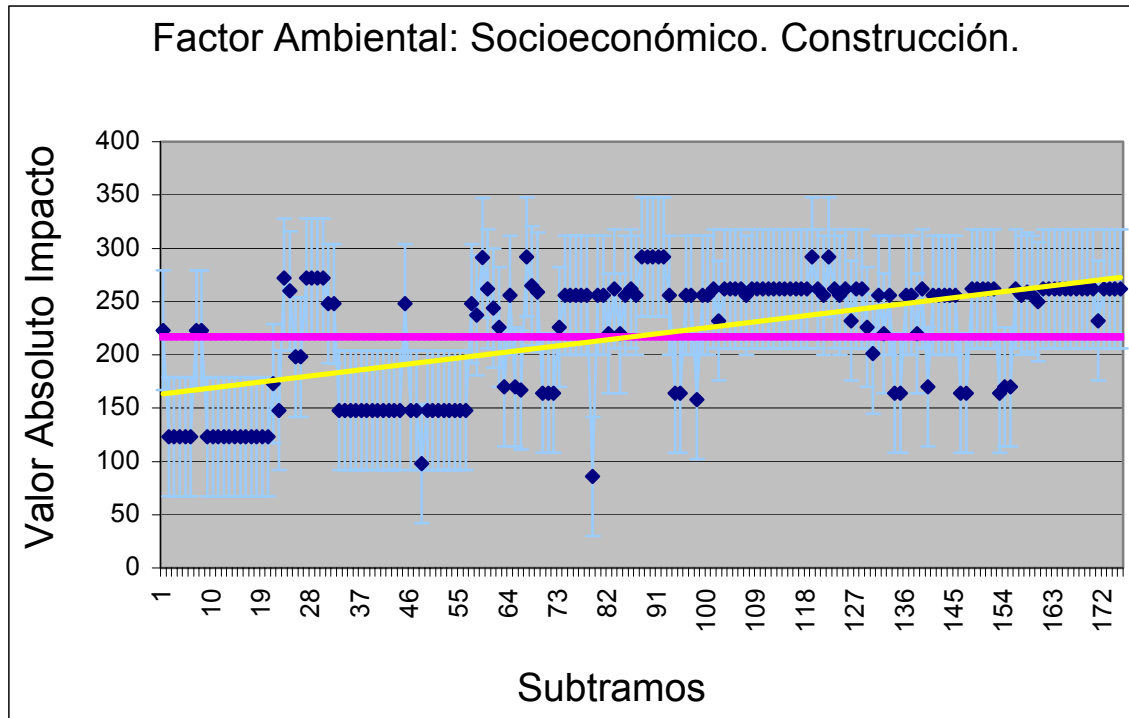
Los valores extremos que se observan se deben a la presencia de yacimientos arqueológicos cercanos, lo cual se valoró dentro del factor ambiental socioeconómico.

Operación

Durante la operación del proyecto, existen varios factores ambientales que presentan un comportamiento idéntico en todo el trayecto de la línea, que son: Aguas Subterráneas, Aire y Socioeconómico. El primero con un valor de 54, el segundo de 79 y el tercero de 402.

Como antes se comentó estos valores son en general bajos, por lo que indican que durante la operación no se esperan impactos fuertes. Es claro que para esos tres factores, una vez que ha pasado el proceso de construcción, no existirá diferencia alguna en los tramos por donde transcurre la línea.

Gráfico 7.



El factor ambiental paisaje no fue considerado pues el impacto sobre éste se inicia durante la fase de construcción, y se considera permanente en su valoración, por lo que ya ha sido evaluado.

Factor Ambiental: Aguas superficiales.

Con un valor promedio de 66, un rango desde 60 hasta 81 y una desviación estándar de 4.6, este factor aumenta de norte a sur en cuanto a los valores de impacto que presenta; siendo sin embargo, muy poca la diferencia, con excepción de los siguientes subtramos donde se detectan picos: 4-22, 5-20, 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 7-10, 7-15, 7-16 y 9-10, por la mayor erosión hídrica que se da en dichos tramos.

Dado que en la parte norte del país es donde existe menos cobertura forestal, es en el sur donde se pueden sentir mayores efectos continuos debido a la apertura de las calles y la precipitación. No obstante, los impactos son de moderados a bajos, lo cual como antes se comentó, se debe a las condiciones ya bastante alteradas de los ambientes por donde pasa la línea.

Factor Ambiental: Suelo.

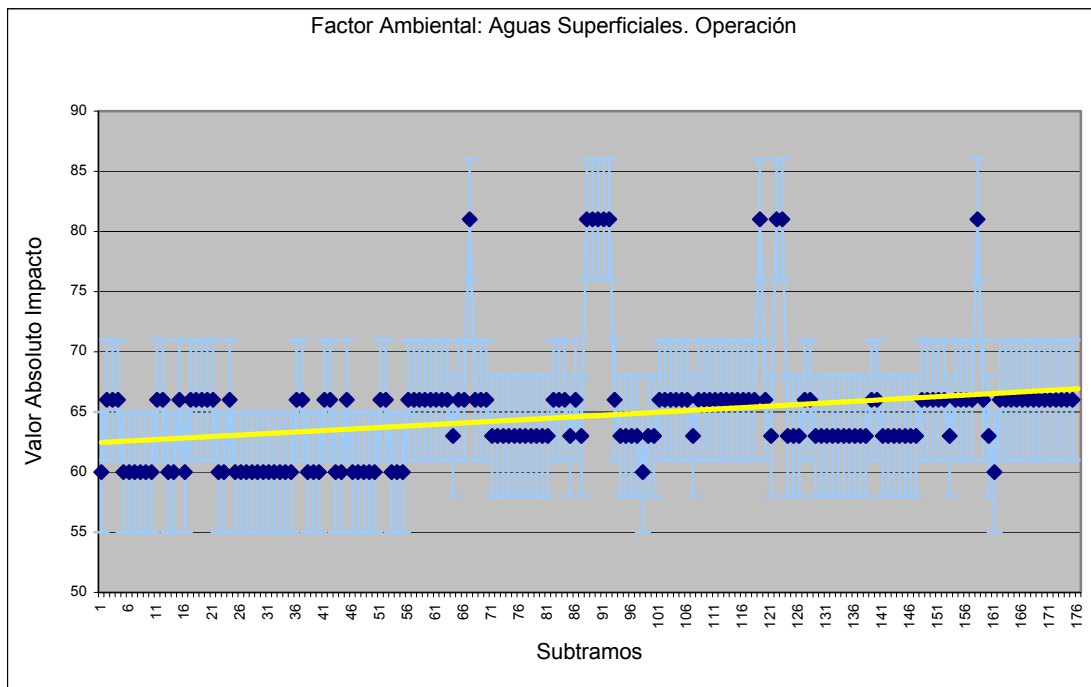
Aunque no se aprecian picos en ninguna parte del trayecto, es notoria la presencia de dos series e valores, que aunque no difieren estadísticamente, si establecen un comportamiento diferente para este factor, al comparar la zona norte con la central y sur,

como se aprecia en el ajuste de la tendencia lineal (línea amarilla) que se presenta en el gráfico 9.

En la zona norte los valores oscilan alrededor de 90, mientras en el centro y sur se mantienen prácticamente constantes en 108.

Por las razones ya mencionadas, es claro que la remoción de la capa vegetal en el centro y sur, a pesar de darse en ambientes ya alterados, implica un mayor efecto ambiental sobre el suelo, en especial porque muchas de las calles abiertas deberán mantenerse así durante toda la operación del proyecto.

Gráfico 8



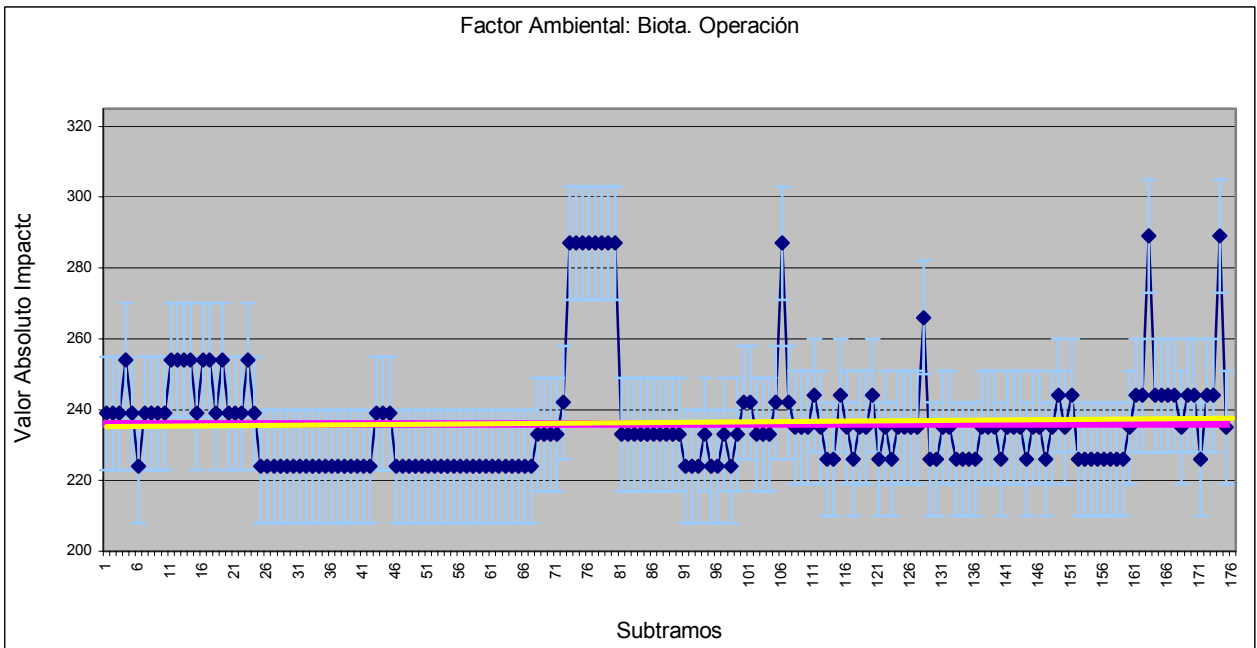
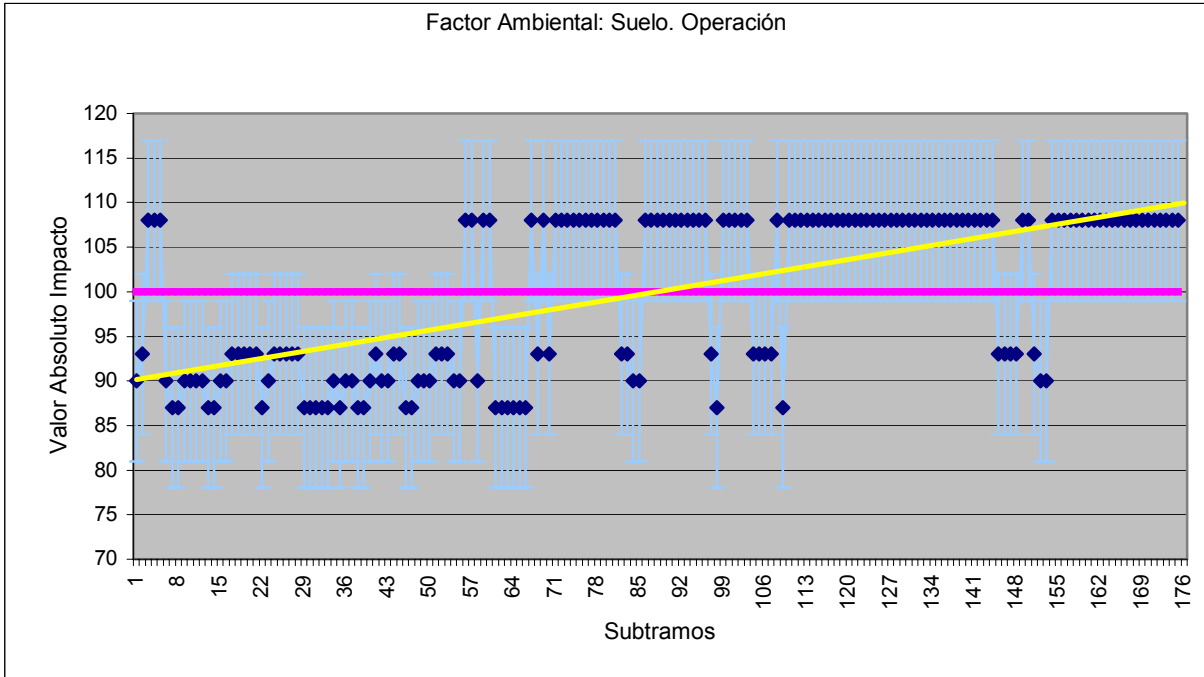
Los valores acumulados de impacto oscilan entre 87 y 108, con un promedio de 108 y una desviación estándar de 8.9.

Factor Ambiental: Biota.

Al igual que durante la fase de construcción, se nota un efecto muy similar sobre la biota en cualquier parte del trazado de la línea, siendo esto evidente por una tendencia que prácticamente no presenta pendiente y con rango de valores casi idéntico al promedio.

Existen, sin embargo, algunos picos a los que deberá prestarse atención, mismos que se ubican en los siguientes subtramos: 5-6 a 5-13, 6-14, 7-20, 9-15 y 10-3, esto por cuanto se tiene mayor presencia de bosque. Se resaltan los subtramos del 5-11 al 5-13, en donde se ubica el Parque Nacional Carara.

Gráfico 9



C.3. Impactos Transfronterizos

Pese a que en los FETER de la SETENA no se indica la necesidad de considerar los efectos del proyecto en otros países, la EPR solicitó a las diferentes empresas que desarrollan los EslA, que cada uno de los países hicieran referencia en su estudio particular, sobre los efectos del proyecto en la colindancia con los países vecinos.

Así para el caso de Costa Rica se incluirá un apartado para la colindancia con Nicaragua y otro con Panamá.

Para la cumplir con esta solicitud se coordinó con los equipos que llevaron a cabo el trabajo de Panamá y Nicaragua, representados por la Empresa Solucion S.A. y para Costa Rica ECOTEC S.A. Se intercambiaron los criterios más relevantes que cada una de las empresas consideró oportuno en diferentes ocasiones, culminando en una reunión de coordinación convocada por la EPR.

Con base en lo anterior se describe brevemente el resultado de la información entre los tramos fronterizos, para cada uno de los países colindantes.

Como resultado de este intercambio para el caso de los efectos transfronterizos se concluyó en cuatro aspectos fundamentales, a saber:

- 1- El intercambio permitió evidenciar que desde la perspectiva ambiental, incluyendo los apartados, físicos y bióticos, no se presentan diferencias significativas para ninguna de las fronteras. Lo anterior era totalmente esperable, pues los sistemas naturales cambian en función de elementos naturales y no de las divisiones político administrativas establecidas entre los países para sus fronteras.
- 2- Desde la perspectiva de usos del suelo, no se presenta diferencias significativas pues los usos, principalmente agropecuarios son la constante en las dos colindancias.
- 3- Por la naturaleza del proyecto, el cual presenta un continuidad a lo largo de los países, se podría esperar la posibilidad de que su construcción mejore los niveles de acceso de las comunidades fronterizas, propiciando mayor movilidad y flujo entre éstas. Sin embargo esto no se considera relevante, por varias razones. En primer lugar el proyecto no es una calle u autopista, es una línea de alta tensión, lo cual no implica un mejoramiento del flujo vehicular o de transporte de mercancías. Segundo los sitios en donde se están interconectando las líneas son áreas despobladas, pues el proyecto evitó pasar cerca de comunidades concentradas. Tercero, las comunidades fronterizas no hacen referencia ni relación a la frontera, pues son límites político administrativos que no tienen una expresión física en el campo que obstaculice el paso, (cercas, vallas o puestos de migración) o mojones que evidencien la colindancia, de allí que tanto en la frontera con Nicaragua, como en la frontera con Panamá, las comunidades interactúan entre ellas dado que no existe ningún impedimento físico para ello.
- 4- Por último, cuando se intercambiaron las matrices de valoración para los tramos respectivos se evidenció que todos los impactos identificados se encuentran en el rango de leve a moderado, lo cual representa un indicador de la similitud de

condiciones en estas colindancias y la claridad de que no existe ningún elemento que impida la realización del proyecto. Lo anterior por cuanto los impactos identificados pueden ser prevenidos o mitigados con la aplicación de medidas ambientales particulares que están enumeradas en los planes de gestión respectivos para cada país.

C.3.1. Colindancia con la frontera Norte (Nicaragua)

La colindancia con la frontera norte ocurre entre el tramo Nic-8 (Cuadro 8.3.1.) con el tramo CR-1. Seguidamente se aportan las matrices de cada uno de ellos donde se puede evidenciar alguna similitud entre los resultados.

Cuadro 8.31. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo 8

FASE DE CONSTRUCCIÓN	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
MEDIO FÍSICO														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	2	-25	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	4	2	1	1	1	1	4	-26	moderado
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial y la red de drenaje	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	2	-23	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
Calidad del Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	-21	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	1	1	4	2	4	-40	moderado
	Deterioro de la vegetación cercana	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-28	moderado
Fauna	Eliminación de individuos	-	2	2	4	4	2	1	1	4	2	4	-32	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	-26	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	2	2	2	2	1	4	2	2	27	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	-36	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	-47	moderado

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Se encontró que la matriz del tramo Nic-8 presenta más impactos moderados que la matriz de CR-1. Esto se debe a que la metodología utilizada por la empresa que valoró el impacto en Nicaragua clasificó los valores obtenidos en cuatro rangos: de 1 a 24 Bajo, de 25 a 49 Moderado, de 50 a 75 Severo y mayor a 75 crítico. Por su parte, ECOTEC empleó la metodología oficial de la SETENA, que clasifica los valores en tres rangos: 8 a 39 Bajo, 40 a 60 Moderado y 61 a 100 Alto.

De acuerdo con esa explicación, si se reagrupara la matriz Nic-8 bajo la clasificación utilizada en Costa Rica, los impactos serían en su mayoría bajos, tal como se obtiene en la matriz CR-1.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIEPAC			
IMPACTOS POTENCIALES FASE DE CONSTRUCCIÓN			
Tramo CR-1			
IMPACTO	FACT. AMB. AFECTADOS	IMPORTANCIA TOTAL	VALORACIÓN
Cambio calidad (sedimentos u otros contaminantes) receptor	Agua superficial	-15	Bajo
Cambio en la cantidad del cuerpo receptor		-28	Bajo
Total		-22	
Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	Suelo	-44	Medio
Amenaza de las obras ante eventos geofísicos		-15	Bajo
Compactación del suelo		-14	Bajo
Contaminación del suelo (por sólidos o líquidos)		-18	Bajo
Total		-23	
Cambio calidad/cantidad aguas subterráneas	Aguas subterráneas	-21	Bajo
Total		-21	
Fraccionamiento de hábitat		-22	Bajo
Alteración/destrucción flora y fauna	Biota	-22	Bajo
Total		-22	
Cambios geomorfológicos	Paisaje	-15	Bajo
Alteración cromática y de formas		-31	Bajo
Total		-23	
Gases y partículas en suspensión	Aire	-16	Bajo
Total		-16	
Ruido		-11	Bajo
Conflictos viales		-11	Bajo
Generación empleo directo e indirecto	Socioeconómico	13	Bajo
Cambio uso suelo		-39	Bajo
Alteración/ destrucción de yacimientos y/o monumentos		-5	Bajo
Seguridad ocupacional		-14	Bajo
Total		-13	

Estos resultados refuerzan las conclusiones de esta sección, en el sentido que los impactos son de bajos a moderados, por lo que no se identifican impactos que impliquen que la obra no se realice.

C.3.2. Colindancia con la frontera Sur (Panamá)

El análisis para la colindancia con Panamá refleja una similitud con lo planteado para Nicaragua, en el sentido de que los impactos valorados para los dos países se mantienen en el rango de medios a bajos. Valga destacar que para el caso de Costa Rica se valora como medio el factor ambiental biota, siendo coincidente con la valoración de Panamá para el promedio de los factores de Flora-Vegetación y Fauna.

Lo comentado para el caso Costa Rica Nicaragua, en términos de la forma de valoración de impacto por parte de las dos empresas también se aplica en el caso de Costa Rica- Panamá.

Asimismo, no se encontraron impactos bióticos o socioeconómicos más allá de aquellos calificados como moderados y medios, en esta zona transfronteriza, según puede apreciarse en las matrices que se presentan a continuación (el Cuadro.8.9 corresponde a la matriz del primer tramo de Panamá).

Cuadro 8.9. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo 1

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA		
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC			
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE															
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado	
	Generación de procesos erosivos	4	1	4	2	2	1	4	4	4	4	4	-39	moderado	
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	-	4	1	4	2	2	1	4	4	2	2	-35	moderado	
	Compactación del terreno	-	4	1	2	2	2	1	4	4	2	2	-33	moderado	
Aire	Aumento en la inestabilidad de las laderas	4	1	2	2	2	2	1	4	4	2	2	-29	compatible	
	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-29	compatible	
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-23	compatible	
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	4	-38	moderado	
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	4	2	1	2	2	2	1	4	4	2	2	-34	moderado	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	1	-22	compatible	
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible	
	Contaminación de aguas subterráneas	4	2	4	2	2	1	4	4	2	4	4	-39	moderado	
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	4	2	4	4	2	2	1	4	4	2	2	-37	moderado	
	Fragmentación de ecosistemas	4	4	4	2	2	2	1	4	1	1	2	-38	moderado	
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	4	4	4	2	1	2	1	4	4	4	4	-42	moderado	
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	4	1	4	2	4	2	4	4	2	4	4	-40	moderado	
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	4	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	-48	moderado	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIO CULTURAL															
Patrimonio Cultural	Alección a lugares culturales y patrimoniales	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	1	2	4	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	compatible	
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	4	2	1	1	1	2	4	4	-24	compatible	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	1	1	4	4	2	1	1	4	4	2	2	-27	moderado	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	positivo	
	Migración de la población	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	2	-24	compatible	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad



Impacto positivo



Impacto negativo

Impacto compatible

Impacto moderado

Impacto severo

Impacto crítico

I<25

25<I<50

50<I<75

I>75

$$I = +/-(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIEPAC			
IMPACTOS POTENCIALES FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CR-10			
IMPACTO	FACT. AMB. AFECTADOS	IMPORTANCIA TOTAL	VALORACIÓN
Cambio calidad (sedimentos u otros contaminantes) receptor	Agua superficial	-16	Bajo
Cambio en la cantidad del cuerpo receptor		-38	Bajo
Total		-27	
Pérdida de horizonte edáfico (nutrientes)	Suelo	-36	Bajo
Amenaza para las obras ante eventos geofísicos		-12	Bajo
Compactación del suelo		-14	Bajo
Contaminación del suelo (por sólidos o líquidos)		-18	Bajo
Total		-20	
Cambio calidad/cantidad aguas subterráneas	Aguas subterráneas	-21	Bajo
Total		-21	
Fraccionamiento de hábitat		-46	Medio
Alteración/destrucción flora y fauna	Biota	-45	Medio
Total		-46	
Cambios geomorfológicos	Paisaje	-39	Bajo
Alteración cromática y de formas		-25	Bajo
Total		-32	
Gases y partículas en suspensión	Aire	-13	Bajo
Total		-13	
Ruido		-11	Bajo
Conflictos viales		-11	Bajo
Generación empleo directo e indirecto	Socioeconómico	-13	Bajo
Cambio uso suelo		-40	Medio
Alteración/ destrucción de yacimientos y/o monumentos		0	
Seguridad ocupacional		-14	Bajo
Total		-11	



SECCION D: Plan de Manejo Ambiental

D.1. Introducción

Como se explicó en la sección de metodología, este EsIA se llevó a cabo con base en un trazado preliminar de la ruta, suministrado por la EPR, en una escala 1:50 000, mismo que fue retrazado con base en el análisis de la información disponible a otras escalas y en las visitas de campo. Lo anterior fue así, puesto que para el Proyecto SIEPAC, con excepción de algunos casos concretos, no se han desarrollado aún los trabajos topográficos para la ubicación definitiva de las torres. Es de esperar entonces, que aun se den pequeñas modificaciones al retrazado, una vez que los topógrafos y técnicos de línea analicen las condiciones del terreno en escalas 1:2 000 en planta y 1:200 en perfil, para obtener el trazado definitivo. De allí que los términos de referencia solicitaran el análisis de un corredor de 2 Km a ambos lados de la ruta, previendo estos eventuales ajustes cuando se tenga mayor información de detalle. Por lo anterior, se puede notar un mayor énfasis en las medidas referidas a la etapa de diseño, pues es allí mediante el seguimiento de las normas enunciadas, que se puede minimizar la mayoría de los impactos que el proyecto pueda potencialmente generar.

Una vez que se cuente con este trazado definitivo y conociendo además la posición final de los vértices de la línea, se podrá definir con exactitud la ubicación, también definitiva, de las torres a lo largo del trazado. Algunos de los aspectos que serán tomados en cuenta para la definición de los sitios finales de torre son los siguientes: a- especificaciones de diseño, b- longitud del vano, c- los elementos que se encuentran a su paso que puedan suponer un condicionante en el diseño y d- consideraciones ambientales que minimicen efectos adversos.

Habiendo satisfecho el paso anterior y todos los demás aspectos relativos al diseño final de la línea, se procederá a la construcción de la misma, para lo cual se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obtención de los permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de los apoyos y el vuelo de los conductores.
2. Apertura de calles o caminos de acceso a las bases de los apoyos.
3. Limpieza de la base del apoyo.
4. Excavación, y construcción de las cimentaciones.
5. Retiro de suelo sobrante y materiales de la obra civil.
6. Acopio del material de la torre.
7. Armado e izado de la torre.
8. Acopio de los conductores, cables de tierra y cadenas de aisladores.
9. Corta de árboles.
10. Tendido de conductores y cables de tierra.
11. Regulado de la tensión y engrapado.
12. Ejecución de las tomas de tierra.

Finalizada la construcción y realizadas las pruebas necesarias para garantizar el funcionamiento adecuado de la misma, ésta estará en capacidad de iniciar su fase operativa.

La mayor dificultad del proyecto desde el punto de vista ambiental, es la diversidad de ambientes por los que cruza la línea de transmisión, que se puede traducir en numerosas medidas de prevención, mitigación o compensación, o bien hacer vulnerable al proyecto a diversos fenómenos ambientales o accidentes provocados por factores externos.

Ante esa amplia diversidad ambiental, propia de un proyecto lineal de estas dimensiones, el Plan de Manejo Ambiental que se presenta en este apartado, sirve de marco para verificar el seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para la solución de los efectos del proyecto sobre el ambiente; así como las medidas de respuesta ante la acción de fenómenos naturales o accidentes sobre el proyecto, referidas a las fases de construcción y operación que fueron descritas en los párrafos anteriores.

Este Plan de manejo ambiental se basa en los resultados de las matrices de valoración de impacto, las cuales a su vez usan como principal insumo los mapas de propensión (mapas: 3, 4 y 5) ubicados en el apartado A.2.3 correspondiente a la Metodología de Evaluación de Impactos, que fueran elaborados a partir de las capas de información (ver resumen de variables del SIG Anexo No 8 Tomo III) , del trabajo de campo de los especialistas. y de la posterior identificación de impactos del proyecto. Complementario a lo anterior, todos los mapas temáticos que se aportan en este EsIA fueron entregados en formato electrónico para facilitarle al diseñador, al constructor y a la SETENA el seguimiento de las recomendaciones de este Plan.

Asimismo, se tomó en cuenta gran cantidad de los elementos que contenía el Plan de Manejo Ambiental del EsIA de 1997, pues se considera que es un trabajo exhaustivo y aplicable a esta investigación.

El tiempo de ejecución del Plan de Manejo Ambiental no se limitará a las etapas de diseño y construcción del mismo, sino que se prolongará por todo el tiempo que se encuentre en operación. Valga destacar, que el plan de gestión no debe ser considerado como una herramienta estática, al contrario, es dinámico y debe ser actualizado ante cambios en el entorno ambiental y particularmente con el afinamiento que se logre en la etapa de diseño, de allí que el papel del Responsable Ambiental de la obra, es fundamental en que los impactos potenciales que ocasione el proyecto se mantengan dentro de los rangos obtenidos en la etapa de valoración.

En formato de hoja electrónica Excel, y en la sección D.7.8 se incluye un resumen del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, para las fases de diseño, construcción y operación.

D.2. Gestión Ambiental del Proyecto

D.2.1 Objetivos

1. Organizar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, o compensación propuestas para los impactos producidos por el proyecto.
2. Comprobar la eficacia de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y en caso de ser necesario proponer soluciones a problemas, defectos en la concepción o aplicación de las mismas.
3. Establecer el tipo de informes de ejecución y resultado de las medidas de prevención, compensación y mitigación; así como la frecuencia de emisión de dichos informes.
4. Detectar impactos no identificados en los estudios ambientales.
5. Adecuar las medidas de mitigación y compensación, así como los planes de contingencia a cambios en el proyecto o en el entorno del mismo.

D.3. Responsables de la Ejecución del Plan de Manejo Ambiental

El responsable absoluto del correcto desarrollo del plan de gestión es el dueño del proyecto, en este caso la EPR. Para ello se recomienda el nombramiento de un “*Responsable Ambiental de Obra*”, el cual se encargará de velar por el cumplimiento y actualización del Plan de Gestión.

El Responsable Ambiental de Obra deberá contar con un equipo multidisciplinario que le facilite el cumplimiento de su labor, pues al ser una obra lineal que atraviesa una diversidad de sistemas, desde la frontera norte a la frontera sur, es imposible que su verificación pueda ser realizada por una sola persona. Dicho equipo de vigilancia, será el encargado de la supervisión de las medidas ambientales propuestas, en las etapas de diseño, construcción y operación, la toma de datos requeridos en el Plan de Gestión y la confección de los informes técnicos ambientales; sin embargo, será el Responsable Ambiental de la Obra, el encargado de la revisión de estos informes dándoles validez con su firma.

Se deberá llevar una “*Bitácora Ambiental de la Obra*” en donde se registra el desarrollo del Plan de Gestión, tanto en construcción como en operación, pues los actores en cada una de ellas cambian. En la etapa de diseño y construcción y operación la responsabilidad de ejecutar las medidas será de los contratistas respectivos y en la etapa de operación de la EPR

Por lo anterior, las medidas que señala el presente Plan de Gestión Ambiental deberán ser incluidas en los términos de referencia de la licitación de diseño, construcción y operación así como la figura del Responsable Ambiental de la obra, y las respectivas penalizaciones por la omisión de las mismas. De esta manera quien finalmente resulte adjudicatario del diseño y construcción tendrá conocimiento de la estructura de

seguimiento que EPR ha diseñado para garantizar el cumplimiento de las consideraciones ambientales del proyecto, debe contar también con una oficina de atención y seguimiento a las consultas o quejas de los pobladores de las comunidades potencialmente afectadas.

D.4. Metodología de Seguimiento

El cumplimiento de las medidas ambientales que se proponen en el proyecto se controlará mediante actividades de seguimiento, las cuales requieren la identificación de indicadores que sirvan para estimar de forma cuantificada y lo más simple posible, el cumplimiento de las medidas ambientales.

Los indicadores para las medidas de seguimiento son de tres tipos:

1. Indicadores de parámetros básicos. Estos se utilizan para medir el cambio de diversos factores ambientales producto de la realización del proyecto. Para estos indicadores se debe recolectar información previa a la construcción y posteriormente durante el funcionamiento del proyecto. Por ejemplo, la calidad del agua de escorrentía, en donde se utilizan como parámetros entre otros sólidos totales o Demanda Bioquímica de Oxígeno.
2. Indicadores de ejecución, encargados de medir el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas. Por ejemplo, informes regenciales en donde se detallen las medidas ejecutadas.
3. Indicadores de eficacia, encargados de medir el grado de efectividad de la medida ambiental propuesta. Por ejemplo, la medición de sólidos suspendidos en un cauce, refleja la eficacia de una medida para evitar la erosión.

Cabe destacar, que puede darse el caso que el mismo indicador cumpla las tres funciones antes indicadas.

Para cada uno de los indicadores, se determinarán umbrales de alerta que señalen la necesidad de una intensificación de las medidas de mitigación o compensación, incumplimiento en las mismas, necesidad de cambio en la medida ambiental o aplicación de medidas complementarias.

El Responsable Ambiental de la Obra y su equipo podrán proponer los indicadores que ellos consideren más efectivos para determinar el cumplimiento de las medidas ambientales.

D. 4.1 Seguimiento de Plan de Gestión Ciudadana

El Responsable Ambiental, debe coordinar con EPR, la divulgación de información, planteada través de un Plan de Gestión Ciudadana, en el cual se incluirán todos los aspectos de comunicación requeridos en el Decreto No 29296-SALUD-MINAE y cualesquiera adicional que la EPR desee. Entre los cuales debe realizarse un Plan de Educación a las comunidades por donde pasará la línea sobre la realidad de las misma y las precauciones que estos deben tener durante el proceso de construcción, pudiendo ser uno de los mecanismos más eficientes la divulgación a través de las escuelas.

D.4.2 Control de Normativa Vigente

El Responsable Ambiental, deberá verificar que EPR o el contratista cumpla con la legislación vigente y tenga todos los permisos aprobados, previo a la realización de las obras.

D.5 Plan de Gestión Ambiental

Las Medidas Ambientales que a continuación se exponen, se dividen para las fases de diseño, construcción y operación del proyecto. La mayoría de las medidas de prevención, se ejecutan durante el diseño y construcción del proyecto, quedando las de compensación principalmente para la etapa de operación.

D.5.1. Medidas Aplicadas al Diseño del Proyecto

Las principales medidas que se adoptan para reducir los impactos potenciales pertenecen al grupo de las preventivas y se incorporan durante el diseño final del proyecto y se incluyen en los Manuales de Especificaciones Técnicas, que obligarán contractualmente a los contratistas a la ejecución de los trabajos, de forma que se prevengan o minimicen los impactos.

A continuación, se describen las medidas a adoptar en función de la fase donde deban aplicarse. Estas tienen el mayor peso sobre la reducción de los posibles impactos, pues la mayoría de efectos negativos que podría provocar una línea de alta tensión y su magnitud, dependen en gran medida de su trazado, esto es si elude o no las zonas más sensibles.

D.5.1.1. Definición del trazado - fase de diseño

En la definición actual del trazado se incorporaron una serie de consideraciones ambientales a los aspectos de diseño, con el fin de prevenir posibles impactos del proyecto desde sus fases iniciales, mismas que se describen a continuación:

1. El trazo se alejó de los núcleos urbanos y zonas de mayor densidad de habitantes (500 m de poblados como mínimo). Las viviendas que estén a una distancia no menor de 15 m del eje de la línea serán reubicadas.
2. La servidumbre de la línea se definió en al menos 15 m a cada lado del eje central de la línea, dando como resultado 30 m en total de servidumbre. El ancho final establecerá según la siguiente fórmula: $SERV=SHM+2 * (DC+DHM)$.³³

³³ SERV = ancho de la servidumbre

SHM =separación horizontal máxima entre conductores de una misma estructura

DC = desplazamiento máximo del conductor

DHM = distancia horizontal mínima de un objeto al conductor.

3. El eje de la línea se alejó por lo menos 100 m de los pozos reportados por el SENARA y las torres no se ubicarán cerca de los sitios de toma reportados por AyA.
4. El trazado evitará la ubicación de torres en o cerca de fallas geológicas, para lo cual se llevará a cabo una verificación de campo, se debe poner atención a los siguientes “tramos-subtramos”: 1-2; 2-3; 3-8; 3-33; 4-3; 4-5; 4-7; 4-8; 4-9; 5-12; 5-18; 5-23; 5-24; 5-25; 7-3; 7-6; 7-9; 7-10; 7-12; 7-16; 9-4; 9-9; 9-12; 9-16; 9-17; 9-20; 9-23; 10-1; 10-3; 10-4. Además, se identificaron fallas en algunos puntos de inflexión, los cuales son sitios potenciales de ubicación de torres, por lo que se debe evaluar especialmente los siguientes tramos y subtramos: 4-9; 5-2; 6-2; 8-19.
5. El trazado y la ubicación de las torres evitarán sitios de inundación, especialmente cerca de los ríos Naranjo (tramo 6-14), Savegre (subtramo 7-1), Seco (subtramo 6-6). La línea discurre por las zonas agrícolas menos productivas, o por áreas abiertas, rasas o abandonadas, evitando en la medida de lo posible zonas de bosque denso.
6. Se evita la apertura de calles o servidumbres de ancho permanente, estudiando las necesidades de ésta en cada punto, de manera que resulte una calle de ancho variable, reducida a la calle de tendido en aquellos tramos en los que la “distancia de seguridad” vaya a permanecer libre permanentemente o a largo plazo.
7. Siempre que sea posible se busca el paralelismo con otras líneas existentes, con el fin de unificar impactos, al crear un paso único.
8. Siempre se eludirán las zonas de bosque primario o de alto interés ecológico, en particular los Parques Nacionales, y sitios de yacimientos arqueológicos o culturales reportados.
9. Se evitará el paso por humedales.

En los trabajos topográficos y de diseño que restan, se deberá respetar el retrazado ya establecido con base en las consideraciones anteriores y de ser posible mejorarlo. Recordemos que el trabajo topográfico se realiza a escalas de 1:2 000 para los perfiles y de 1:200 para la ubicación de las torres. O sea un nivel de detalle mucho mayor que el realizado para este EsIA, de allí que es posible que el trazado establecido pueda mejorarse con el aporte de información de campo de detalle. Se recomienda que en éste mejoramiento potencial sean tomados en cuenta los criterios de prevención asociados a la ubicación de torres, su diseño y la época del año para realizar los trabajos.

D.5.1.2. Sitios de torre

Como se mencionó al inicio, una vez definido el trazado definitivo de la ruta, se procederá a la distribución de las torres, tomando en cuenta:

1. El perfil elaborado por los equipos de topografía escala 1:2 000
2. Minimizar los impactos referentes a las afecciones sobre las propiedades
3. Reducir Impactos visuales
4. Evadir sitios de patrimonio histórico cultural.

La viabilidad final de la ubicación de estas torres debe ser analizada en conjunto entre el equipo de ingeniería del contratista de diseño y el responsable ambiental de la obra. Los

critérios ambientales que deberán ser tomados en cuenta para la ubicación final de las torres son:

1. Colocarlas en las zonas de cultivo menos productivas. En una situación de transición, ubicar la torre en la zona de menor valor.
2. En el tramo CR-3, subtramo 12, evitar que las torres se ubiquen cerca de la toma de agua, considerando medidas constructivas adecuadas de prevención de la contaminación por sedimentos u otros desechos típicos de construcción.
3. Evitar el paso por bosque y de no ser posible, solicitar al regente forestal que realice el inventario forestal y que ubique las especies importantes, y asesore al equipo de ingeniería en la identificación de opciones que minimicen la pérdida de árboles semillero y evite las especies vedadas. Esto es válido tanto para la ubicación de las torres, como para el diseño de los nuevos caminos de acceso. En caso de ser imposible la reubicación de las torres, coordinar con el SINAC la tala de los árboles, o la identificación de una vía jurídica alterna ante especies vedadas.
4. La masa total de bosque que se pierda por los efectos de construcción de la obra (sumatoria de todas las torres y caminos de acceso), debería ser compensada a razón de 1 en 5 (una hectárea de bosque perdida deberá ser compensada con 5 hectáreas). Este aspecto debe ser coordinado con las diferentes áreas de conservación por donde atraviesa el proyecto.
5. Para el trámite de los permisos de corta de árboles y una vez que se cuente con la viabilidad ambiental de la SETENA, se recomienda identificar en conjunto con el MINAE la modalidad jurídica que permita realizar dichos trámites mediante la modalidad de inventario forestal y no de Plan de Manejo, dado que esta última figura no aplica para el proyecto. Se procurará que ésta sea homogénea para todas las Areas de Conservación y sus respectivas oficinas subregionales involucradas.
6. En caso de que se autorice la corta de especies vedadas por parte de SINAC, se deberá compensar el número de árboles cortados (sumatoria de todas las torres y caminos de acceso), en una relación 1 en 10, (por un árbol vedado cortado se deberá compensar con 10 árboles de la misma especie), los cuales deberán ser sembrados en terrenos de la EPR o del ICE socio nacional, realizando prácticas silviculturales que aseguren la sobrevivencia de los árboles.
7. Evitar, siempre que sea viable, ubicar las torres en zonas de máxima visibilidad, como crestas o puntos culminantes, ya ahí tienden a constituirse en puntos focales, en detrimento de otros de mayor valor estético existentes en la cuenca visual. En los sectores con masas boscosas amplias y alta pendiente, la ubicación de torres en crestas, es una alternativa para minimizar la corta de árboles en la calle, siempre que los caminos de acceso no impliquen una corta de árboles mayor. Se recomienda analizarlo en cada caso con el Responsable Ambiental de la obra.
8. En caso de paralelismo de líneas, ubicarlas en el mismo plano perpendicular al eje de las ya existentes, reduciendo el número de apoyos que percibe un eventual observador. Esta recomendación debería darse en particular en los tramos en los que la línea SIEPAC va en paralelo con las líneas de 230 KV existentes.
9. En el proceso de ubicación de torres y antes que EPR apruebe su ubicación definitiva se debe llevar a cabo un reconocimiento arqueológico de campo para

definir si existe evidencia arqueológica. Cuando exista, se debe buscar reubicar la torre en otro sitio.

D.5.1.3. Diseño de torres

En este paso del proceso se recomienda tomar en cuenta las siguientes medidas:

1. Analizar el posible incremento en el alto de las torres sobre el suelo, con el fin de salvaguardar el bosque existente en el vano, pasando de 8 m a 12 m. Esta medida se puede poner en práctica en todas las zonas en las que se cruzan cultivos de frutales con un crecimiento en altura controlado, así como para minimizar la corta en todo tipo de bosque que se cruce, al reducir el ancho del derecho vía necesario.
2. Usar patas desiguales en zonas donde la línea discurra a media ladera, o a lo largo de la pendiente para mejorar la capacidad de adaptación de la línea al terreno.

D.5.1.4. Época de realización de las actividades

La ejecución de las diversas actividades por tramos en líneas de una longitud apreciable, podría permitir que los trabajos se realizarán en las zonas en las que, en ese momento, los posibles impactos sobre la fauna, las labores agrícolas o el suelo fueran mínimos.

Para ello el análisis de los estudios previos debe proporcionar los datos necesarios sobre estos aspectos, porque si bien no siempre es posible evitar que se afecten zonas sensibles, pues podrían encontrarse especies de interés en época de reproducción o cría, un cierto control puede reducir las posibles afecciones a límites admisibles. Para ello, se recomienda coordinar con el responsable ambiental del proyecto y tener dentro del equipo de seguimiento ambiental a un biólogo, con quien se pueda discutir los aspectos anteriores.

Además, se debe considerar la época del año en que se minimice la erosión eólica o hídrica en los diferentes tramos, no olvidar el caso del tramo CR-1, en donde la acción del viento es fuerte en los meses diciembre a marzo, principalmente, correspondientes a la estación seca, por lo que la potencial erosión eólica se incrementa en esa zona.

D.5.1.5 Otras medidas necesarias

Otras medidas asociadas a la etapa de diseño, previo a la construcción del proyecto se exponen a continuación:

1. Poner en práctica un Plan de Gestión Ciudadana (PGC) que incluya por lo menos los siguientes aspectos:

- a. Comunicar a los pobladores afectados por servidumbres sobre las características del proyecto e iniciar la negociación de compra de servidumbre; según lo establece el artículo 15 del Reglamento 29296 SALUD-MINAE. Es de especial importancia, realizar un acercamiento en los cantones de Orotina, Esparza y Pérez Zeledón, para conocer si es requerido algún ajuste en el trazado de la ruta.
 - b. Realizar una consulta ciudadana en los sitios cercanos a las subestaciones, a saber: Cañas, Parrita, Río Claro y Palmar Norte.
 - c. Informar a los comités de acueductos rurales o a las instituciones encargadas del acueducto en cada zona, cuando las torres o caminos de acceso estén cerca de fuentes de agua para el acueducto; con el fin de tomar medidas precautorias en conjunto. Los acueductos rurales cercanos al paso de la línea identificados son los siguientes: La Fortuna de Bagaces, y Palmar Norte.
 - d. Divulgar las limitaciones a la aviación por la presencia de la línea, especialmente comunicarse con aeropuertos cercanos y áreas de fumigación especialmente en el Distrito de riego de Cañas. Deben colocarse señales de advertencia según las directrices de Aviación Civil, según Reglamento 29296 SALUD-MINAE.
 - e. Informar a los municipios por donde pasa la línea, la ubicación exacta de la servidumbre (entrega de un plano con el mosaico de propiedades), el ancho de la misma, paso por vías públicas y las restricciones de uso del suelo, para que las mismas sean consideradas por el Gobierno Local en sus planes de ordenamiento territorial y permisos de uso del suelo, según se establece en el Reglamento 29296-Salud- MINAE.
2. En caso de requerirse expropiaciones, cumplir con lo establecido en la Ley No. 6313 del ICE, referente al tema y Ley No. 7495.
 3. Indicar con claridad en los contratos de compra de servidumbre, la prohibición de construir cualquier tipo de infraestructura (casas, comercios, instalaciones deportivas u otros). Además, indicar la limitación de realizar siembra extensiva de caña, arroz anegado y vegetación arbustiva de más de 5 m, movimientos de tierra, que eleven o alteren el perfil del terreno, o el almacenamiento de materiales inflamables o explosivos, según se establece en el Reglamento 29296-Salud-MINAE.
 4. En caso de cambio de uso del suelo en sectores agrícolas (como la apertura de caminos), solicitar el permiso de previo al inicio de la construcción del proyecto, a la dirección regional más cercana del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en las cuencas del río Barranca y Savegre pue estas tienen Plan de Manejo.
 5. Solicitar en las oficinas subregionales del SINAC, los permisos de corta de árboles, según el artículo 85 del Reglamento 29296-Salud-MINAE
 6. Tramitar el permiso de uso del suelo en el Refugio Castro Cervantes, según el artículo 82 de la ley 7317, ante el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), una vez que se cuente con la viabilidad ambiental del proyecto.
 7. Una vez que se cuente con el diseño definitivo, tramitar, en caso de que el trazado de la línea discorra por el derecho de vía de carreteras nacionales o cantonales, el correspondiente permiso de uso ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) o respectiva municipalidad.

8. La propuesta de investigación de reconocimiento arqueológico, debe presentarse a la Comisión Arqueológica Nacional (CAN), para su aprobación.
9. Realizar previo a la construcción de la línea y como uno de los estudios básicos necesarios para el diseño, entre ellos el estudio geotécnico con el fin de analizar la estabilidad y capacidad de soporte de los sitios de torre. Se han identificado los sitios de mayor probabilidad de problemas por inestabilidad, a saber: 5-12, al 5-21; del 7-15 al 8-18. Realizar además estudios geológicos de detalle para evaluar inestabilidad en los tramos-subtramos: 6-1 al 6-10; 9-4 al 10-4.
10. Realizar estudios granulométricos para verificar que no exista riesgo de licuefacción en sitios de ubicación de torres, especialmente el tramo 5-2.
11. Realizar estudios de estabilidad de suelos en la zona denominada “Caldera del Volcán Miravalles”, tramos 3-9 y 3-10.

D.5.1.6 Manual de buenas prácticas ambientales

El contratista de diseño deberá elaborar un *Manual de Buenas Prácticas Medioambientales*, a ser aprobado por EPR donde se incluyan las generalidades a seguir por los equipos de trabajo del contratista de Construcción.

El “*Manual de Buenas Prácticas Medioambientales*”, deberá ser del conocimiento de todo el personal que participe en las obras de construcción, servirá como apoyo al cumplimiento de las medidas ambientales, está ligado a las prácticas del personal y a las obligaciones de contratista de su implementación.

El Manual deberá incluir como mínimo:

1. El programa de control de residuos sólidos, especificando la ubicación en los frentes de trabajo la simbología utilizada para cada uno de los recipientes de desechos (plásticos, orgánicos, metal, materiales peligrosos, material de embalaje, entre otros).
2. Prohibición de verter residuos sólidos en sitios no autorizados.
3. Prohibición de verter aceites y grasas al suelo, por cambio de los mismos, debiendo recogerse y trasladarlos a un sitio en donde lo recolectan, o hacer el cambio de aceite en taller.
4. Plan control de mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado en la construcción de las obras, de forma que sea posible asegurar un funcionamiento eficiente de maquinaria y equipo, con la menor afección posible al medio circundante y al personal que los utiliza. Realizar una adecuada gestión ambiental de todos los filtros de aceites que utilice la maquinaria evitando desecho de aceites y de residuos sólidos asociados.
5. Prohibición de caza o extracción de plantas o animales en las zonas de las obras.
6. Plan de manejo del sitio de depósito o escombreras, en donde se debe incluir aspectos como diseño geotécnico del sitio en donde se garantice la estabilidad y el buen manejo de las aguas de escorrentía superficial para mitigar erosión. Además, se debe incluir el diseño paisajístico, en donde se mitigue con el entorno y la obtención de los permisos respectivos.
7. Prácticas de seguridad ocupacional, tales como el uso de casco, chaleco, arneses, cuerdas de seguridad, calzado dieléctrico, etc, o el movimiento controlado de maquinaria pesada. Además, deberán existir protocolos de seguridad para tareas como apertura de zanjas, trabajos de altura, uso de grúas y de equipos especiales.

8. Señalización de las zonas de trabajo y zonas peligrosas.
9. Señalización temporal de las torres durante al menos dos meses después de construidas, con luces de advertencia para los pilotos, lo anterior como mecanismo de educación y prevención para éstos sobre la existencia de la línea.
10. Obligación de causar los mínimos daños sobre las propiedades y reparación de daños causados a terceros.
11. Obligación en las fincas cultivadas, zonas de potreros, de señalar por medio de cintas el acceso, de manera que todos los vehículos circulen por un mismo lugar y utilizando una sola vía de acceso.
12. Prohibición del uso de explosivos para todas las actividades, salvo en casos muy excepcionales, evitando con ello impactos de mayor magnitud. El uso de explosivos para la apertura de accesos, o en las cimentaciones, debe evitarse, dadas las implicaciones ambientales que ello supone, por lo que no se han de mencionar impactos debidos a los mismos. En caso de utilizarse explosivos, se debe contar de previo con los permisos de uso y el protocolo de seguridad aprobado por el Responsable Ambiental.
13. Control de ruidos y limitación del horario de trabajo para tareas ruidosas en las cercanías de viviendas, la maquinaria y equipo deberá cumplir con la normativa pertinente.
14. Uso de letrinas o cabañas sanitarias en toda ocasión.
15. Elaborar un Plan de Rutas (para el paso de vehículos pesados), en donde se minimicen los conflictos viales y se consideren las medidas de seguridad vial, especialmente si se pasa por escuelas o centros poblados, como se expone en el siguiente apartado D5.2.2.
16. Obligación de seguir lo definido en el Art. 11 y subsiguientes de la Ley de patrimonio Arqueológico, para realizar el parte arqueológico en caso de hallazgos.
17. Establecimiento de sanciones por incumplimiento de los compromisos adquiridos en el manual, con diferentes niveles y tipos de penalización, en función de la ocurrencia y reincidencia de los incumplimientos para el contratista, será avalado por la EPR, previo al inicio de la obras.

El cumplimiento de este manual y la notificación al contratista de construcción estará a cargo del Responsable Ambiental de la Obra y su equipo de trabajo sin embargo el contratista de construcción deberá tener su propio equipo de control sobre el particular.

El contratista de construcción debe realizar un Plan de Capacitación del Manual de Buenas Prácticas Ambientales con sus trabajadores.

Además, del Manual de Buenas Prácticas Ambientales, los contratistas, deben identificar las zonas de vertido de materiales de desecho y las rutas a seguir desde los sectores de producción de los desechos hasta estas zonas de vertido. Es importante establecer de antemano contactos con los sitios de vertido final de los desechos, y que este sitio cumpla con los reglamentos nacionales y locales para tal fin.

D.5.2. Medidas en Construcción

Una vez iniciadas las obras se adoptan medidas de otro tipo, cuyo fin es reducir los efectos sobre el medio o corregir aquellos daños directamente imputables a la forma de realizar las obras, como vertidos accidentales, o el manejo de los residuos sólidos, corta de árboles y caminos y taludes durante el proceso constructivo. A continuación, se exponen las medidas aplicadas en la fase constructiva.

D.5.2.1. Control por medio de los contratistas

El contratista de construcción es responsable del orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del Contrato, procurando causar los mínimos daños, así como el menor impacto en:

1. Caminos, ríos, quebradas, canales de riego y, en general, todas las obras civiles que cruce la línea o que sea necesario cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
2. Plantaciones agrícolas, potreros y cualquier masa arbórea o arbustiva.
3. Monumentos, yacimientos, reservas naturales.
4. Cierre de propiedades ya sean naturales o de obra (portones, cercas, etc), manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario.

En seguimiento a lo anterior deberá cumplir con todo lo establecido en el manual de buenas prácticas ambientales elaborado en la fase de diseño, el cual se menciona en el apartado D. 5.1.6 anterior

D.5.2.2. Construcción de los accesos

La apertura de los accesos a las bases de las torres es una de las actividades, a desarrollar en la construcción de la línea, que puede provocar un mayor deterioro sobre el entorno, de ahí que sea uno de los trabajos en los que deben adoptarse mayor número de medidas de prevención.

Cabe mencionar; sin embargo, que los accesos se abren de común acuerdo con los propietarios, por lo que en muchos casos su construcción supone una mejora en la accesibilidad de la finca.

A continuación, se indican las medidas que de todas maneras se adoptan para la construcción de accesos:

1. Reducir al máximo la longitud de caminos de nueva creación usando al máximo la red de caminos existentes, puesto que esto implica menores efectos sobre el medio. No obstante lo anterior, con el fin de evitar daños, se seguirá por un camino sinuoso existente, antes que trazar un camino más corto.

2. Reparar los caminos existentes utilizados por los contratistas, considerando los mejores como algo necesario en la operación de la LT.
3. Abrir nuevos caminos exclusivamente en las zonas en las que la topografía no permite un acceso directo campo a traviesa.
4. Buscar la máxima adaptación al terreno, siguiendo las curvas de nivel, evitando así mayores movimientos de tierra que los estrictamente necesarios.
5. Reducir al mínimo el tratamiento superficial de los accesos, usando el suelo compactado por el paso de la maquinaria como calzada, pues ello permite, si es el caso, una fácil restauración.
6. Recurrir a un trazado sinuoso para los accesos, producto de un estudio particular de cada uno, que busque el paso entre los árboles, reduciendo la corta al mínimo en zonas arboladas. Esto también es válido para la construcción de cimientos para las torres.
7. Girar instrucciones a los contratistas que les obliguen a respetar los ejemplares maduros o semilleros de todo tipo de especies de bosque primario. Los casos de excepción deberán ser consultados con el Regente Ambiental y al Regente Forestal de la Obra. Cuando el paso sea muy difícil se procede a una poda manual de parte de la copa antes que a la corta de un árbol.
8. Colocar alcantarillas en los cruces de las quebradas, que permitan que éstas sigan con su curso natural. De ser necesario, se deberá diseñar un puente para el cruce de cursos de agua.
9. Reducir al mínimo la apertura de caminos de acceso en los tramos en pendiente, así como los movimientos de tierras en general, para evitar el inicio de procesos erosivos.
10. Preservar la capa herbácea y subarborescente original del suelo en la calzada, siempre que sea viable. Esto ayuda a mantener una capa fértil, que facilite la restitución de la vegetación con mayor velocidad, controlando de este modo a corto plazo la eventual erosión por escorrentía.

Hay además, una serie de medidas mitigadoras a utilizar en taludes y zonas de corte de los caminos de acceso, para minimizar los efectos provocados sobre el suelo y la vegetación, que tienden a minimizar la escorrentía superficial y a mejorar la estabilidad de las laderas, a la vez que disminuyen la intensidad de la erosión, como es la siembra de herbáceas o de arbustos y en algunos casos incluso de árboles de la flora autóctona. Esta acción se debe realizar inmediatamente después de finalizada la obra con énfasis en los sitios de sensibilidad por acuíferos tales como los tramos 4-2,3,4 y 6; 6-14; 7-2 y 17; 8-21; 9-12,16,17 y 20.

Las familias de herbáceas, arbustos y árboles que se aconsejan dependerán de las condiciones particulares de cada sitio, pero en general, por su forma de crecimiento, podrá ser alguna de las que se indican en el siguiente Cuadro.

Forma de Crecimiento	Genero	Especie	Nombre Común	Forma de Crecimiento	Genero	Especie	Nombre
Árboles	<i>Acacia</i>	<i>collinsii</i>	Cornizuelo	Árboles	<i>Pterocarpus</i>	<i>melichianus</i>	Chaperno
Árboles	<i>Acacia</i>	<i>villosa</i>	D	Árboles	<i>Samanea</i>	<i>saman</i>	Cenizaro
Árboles	<i>Albizia</i>	<i>adinocephala</i>	Gavilán	Árboles	<i>Schizolobium</i>	<i>parahyba</i>	Gallinazo
Árboles	<i>Albizia</i>	<i>carbonaria cf.</i>	Pisquil	Árboles	<i>Senna</i>	<i>papillosa</i>	Candelillo
Árboles	<i>Albizia</i>	<i>guachapele</i>	Guayaquil	Árboles	<i>Stryphnodendron</i>	<i>microstachyum</i>	Vainillo
Árboles	<i>Albizia</i>	<i>niopoides</i>	Cenízaro macho	Árboles	<i>Swartzia</i>	<i>cubensis</i>	Moridero
Árboles	<i>Andira</i>	<i>inermis</i>	Almendro de montaña	Árboles	<i>Tamarindos</i>	<i>indica</i>	Tamarindo
Árboles	<i>Caesalpinia</i>	<i>eristachys</i>	Saíno	Árboles	<i>Zygia</i>	<i>latifolia</i>	Sotacaballo
Árboles	<i>Cassia</i>	<i>grandis</i>	Carao	Árboles	<i>Zygia</i>	<i>longifolia</i>	Sotacaballo
Árboles	<i>Chloroleucon</i>	<i>mangense</i>	D	Arbustos	<i>Cajanus</i>	<i>cajan</i>	Frijol de palo
Árboles	<i>Cojoba</i>	<i>arborea</i>	Algarrobo	Arbustos	<i>Acacia</i>	<i>cornigera</i>	D
Árboles	<i>Coursetia</i>	<i>elliptica</i>	D	Arbustos	<i>Caesalpinia</i>	<i>pulcherrima</i>	Clavelina
Árboles	<i>Dalbergia</i>	<i>retusa</i>	Cocobolo	Arbustos	<i>Calliandra</i>	<i>tergemina</i>	D
Árboles	<i>Diphysa</i>	<i>americana</i>	Guachipelín	Arbustos	<i>Machaerium</i>	<i>biovulatum</i>	Espino negro
Árboles	<i>Dussia</i>	<i>macrophyllata</i>	Granadillo	Arbustos	<i>Mimosa</i>	<i>xanti</i>	D
Árboles	<i>Enterolobium</i>	<i>cyclocarpum</i>	Genízaro	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>pallida</i>	Abejón
Árboles	<i>Erythrina</i>	<i>costaricensis</i>	D	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>reticulata</i>	Saragundí
Árboles	<i>Gliricidia</i>	<i>sepium</i>	Madero negro	Arbustos	<i>Senna</i>	<i>undulata</i>	D
Árboles	<i>Hymenaea</i>	<i>courbaril</i>	Algarrobo	Arbustos	<i>Swartzia</i>	<i>simplex</i>	Cacho
Árboles	<i>Inga</i>	<i>densiflora</i>	Guabo salado	Bejucos	<i>Dioclea</i>	<i>violacea</i>	D
Árboles	<i>Inga</i>	<i>punctata</i>	Cuajiniquil	Hierbas	<i>Arachis</i>	<i>pintoii</i>	Maní forrajero
Árboles	<i>Inga</i>	<i>sapindoides</i>	Guabo cuadrado	Hierbas	<i>Dalea</i>	<i>carthagenensis</i>	Alacrancillo
Árboles	<i>Inga</i>	<i>spectabilis</i>		Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i>	

			Guabo real				Pegapega
Árboles	<i>Inga</i>	<i>vera</i>	Guabo de río	Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Leucaena</i>	<i>leucocephala</i>	Leucaena	Hierbas	<i>Desmodium</i>	<i>trifolium</i>	Pegapega
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>guatemalensis</i>	D	Hierbas	<i>Guadua</i>	<i>paniculata</i>	D
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>minimiflorus</i>	D	Hierbas	<i>Gynerium</i>	<i>sagittatum</i>	Caña blanca
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>pentaphyllus</i>	D	Hierbas	<i>Hyparrhenia</i>	<i>rufa</i>	Jaragua
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>pentaphyllus</i>	D	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>albida</i>	D
Árboles	<i>Lonchocarpus</i>	<i>rugosus</i>	D	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>pigra</i>	Domilona grande
Árboles	<i>Lysiloma</i>	<i>divaricatum</i>	Quebracho	Hierbas	<i>Mimosa</i>	<i>pubica</i>	D
Árboles	<i>Piscidia</i>	<i>carthagenensis</i>	Cachimbo	Hierbas	<i>Oryza</i>	<i>latifolia</i>	Arrozón
Árboles	<i>Piscidia</i>	<i>carthagenensis</i>	Cachimbo	Hierbas	<i>Panicum</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Pitcellobium</i>	<i>lanceolatum</i>	D	Hierbas	<i>Paspalum</i>	<i>pectinatum</i>	D
Árboles	<i>Platymiscium</i>	<i>pinnatum</i>	Coyote	Hierbas	<i>Paspalum</i>	<i>sp</i>	D
Árboles	<i>Pseudosaman</i> <i>ea</i>	<i>guachapele</i>	D	Hierbas	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>	Pasto azul
				Hierbas	<i>Senna</i>	<i>cobanensis</i>	Candelillo

Entiendase: D= desconocido.

En los accesos que se mantengan en uso, se analizarán procesos erosivos producto de la pendiente, procediendo a una protección de la calzada mediante un tratamiento superficial, de tal forma que se asegure su conservación en el largo plazo.

D.5.2.3. Estudio de las bases de cada torre

Si bien en la fase de diseño se analizará la ubicación de cada apoyo, durante las obras se debe reevaluar esa ubicación sobre el terreno. Las situaciones que se presenten deberán estudiarse caso por caso, para prevenir daños.

El estudio puntual de la cimentación de cada torre, permite adoptar medidas para reducir los impactos, como los ya indicados al emplear patas desiguales.

Durante la construcción es preciso proteger los sitios de toma de agua tramo 3-12 y 9-1, construyendo obras de estabilización cuando sea necesario, así como proteger los pozos cercanos a las torres, tramos 3-18,26 y 30; 4-3,11,17 y 21, para prevenir la contaminación

por sedimentos u otros tipos de residuos del proceso constructivo, evitando su ubicación cercana.

El suelo excavado se debe colocar en un sitio protegido de la escorrentía superficial o el viento, cubriéndolo con un plástico.

D.5.2.3.1. Preservación de la capa herbácea y arbustiva

En zonas de bosque, se debe procurar mantener al máximo la capa herbácea y arbustiva en las zonas afectadas por las obras, explanadas de trabajo y calles esencialmente, disminuyéndose el riesgo de erosión y la incidencia sobre el paisaje que produce una superficie desprovista de vegetación.

Especial atención debe prestarse a la compactación en los puntos donde se instale la tenzadora y frenadora, pues esta maquinaria por su peso y la naturaleza del trabajo que desarrolla ejercen una gran compactación en el área de trabajo. Esta compactación deberá ser minimizada después de la operación de la maquinaria.

D.5.2.4. Corta de árboles

Como ya se ha mencionado, cuando una línea eléctrica cruza una masa arbolada, es necesaria la apertura de una calle a todo lo largo de la línea, por razones de seguridad tanto de la línea como de la masa forestal.

La apertura de la calle se realiza en varias fases, así puede hablarse de un carril topográfico, que se abre durante los trabajos de topografía. Posteriormente, se abre una calle de 4-6 m de ancho, que se utiliza para los trabajos de tendido de los conductores y cables de tierra. Por último está la calle propiamente dicha, cuyo ancho viene determinado por la distancia vertical en el punto del vano y la horizontal entre el cable y las ramas de los árboles cercanos.

Las distancias mínimas recomendadas de los conductores al suelo son:

a. Caminos secundarios y ríos ordinarios	8,0 m
b. Caminos y áreas construidas, áreas deportivas	8,5 m
c. Cultivos de caña de azúcar	13,0 m
d. Paredes, estructuras	6,0 m
e. Huertos y vegetación	4,5 m
f. Distancia con otras líneas de transmisión	3,5 m

Asimismo, se han de tener en cuenta las siguientes medidas:

1. No cortar árboles a una distancia menor de 60 metros de una naciente o 200 metros de un sitio de captación de agua.
2. Elevar los apoyos ubicados en bosque tropical seco a una altura definida por las características propias de dicho bosque. Esto debe ser coordinado con el regente ambiental.

3. Realizar de las primeras fases del tendido a mano en aquellas zonas donde se prevea un daño severo sobre la vegetación. Esta medida es de aplicación en las zonas más sensibles, así como en los pasos por sotobosques y bosques galería.
4. Utilizar motosierra para la corta de los árboles, cuando esta sea la única opción, provocando caídas direccionadas para evitar la afectación del resto de la masa forestal remanente y otra cubierta arbustiva.
5. Marcar y supervisar la corta de árboles, en coordinación con las oficinas subregionales de MINAE respectivas.
6. Propiciar que los dueños de los terrenos donde se corten árboles comerciales utilicen aserraderos portátiles para el aserrío de éstos, con el fin de minimizar la entrada de terceros a zonas boscosas. Los árboles no comerciales deben ser trozados, para facilitar su descomposición e incorporación al sustrato. En las zonas con pendiente, las ramazones deben ser distribuidas a lo largo de la pendiente y de forma perpendicular a ésta, para facilitar el control de la escorrentía superficial. En ningún caso se justifica la quema de material arbóreo o arbustivo.
7. Eliminar los materiales sobrantes de las obras una vez finalizados los trabajos de construcción y tendido, restituyendo donde sea viable, la forma y aspecto originales del terreno.

D.5.2.5. Rehabilitación de daños

El contratista queda obligado a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades, durante la ejecución de los trabajos, siempre y cuando sean imputables a éstos, pertenezcan o no a los estrictamente achacables a la construcción. Para ello, los propios contratistas deberán proceder a la recuperación, de común acuerdo con los propietarios afectados.

En este concepto se hallan incorporados numerosos efectos que en principio no están previstos, pero que la ejecución de la obra provoca, procediéndose a su corrección o indemnización según se vayan produciendo.

Entre estas actividades se encuentra, por ejemplo, el inutilizar u obstaculizar los caminos que no se consideren necesarios para la etapa de construcción y operación, de común acuerdo con los funcionarios de la oficina subregional del SINAC más cercana y los propietarios, con el fin de impedir el acceso a zonas de interés ecológico y paisajístico, restringiendo su uso a las zonas que el propietario de la zona o la autoridad ambiental crea oportuno.

Los accesos que se determinen necesarios para la etapa de operación y por lo tanto serán permanentes, deben ser analizados con la Junta Vial Cantonal de cada uno de los 20 cantones por donde pase y con el comité local de caminos de cada una de las localidades donde esto sea necesario tal cual se comenta en la sección D.5.6..

D.5.3. Medidas Complementarias

Adicional a lo ya mencionado, se indican las siguientes medidas:

1. Acopiar los materiales mediante bueyes o caballos, en aquellos casos donde por razones particulares debidas a los daños esperados, no se deba crear un acceso hasta la base de una torre. De emplearse helicópteros es preciso evaluar los inconvenientes de no contar con una calle, pues los trabajos de mantenimiento durante la operación demandan el acceso rápido a todos los apoyos, tanto para su inspección como para reparaciones eventuales. Esta situación podría suponer un riesgo para la seguridad del suministro, ya que un fallo en los componentes de una línea en una zona inaccesible retrasaría su nueva puesta en servicio.
2. Señalizar los cables de tierra con salvapájaros (dispositivos que consisten en una espiral de material no degradable y de colores vivos) para aumentar la visibilidad de los mismos, evitando que impactos a la avifauna se presenten por choque con estos cables. Para ello se procede a una evaluación previa a la finalización de las obras, de las áreas sensibles de la línea, efectuando su señalización. En particular dicho estudio deberá realizarse en los sitios cercanos al paso por el Refugio Castro Cervantes y la zona cercana a Portalón, en el cantón de Aguirre, tramo CR-7, subtramos 7 y 8.
3. Reubicar las camadas de mamíferos, en caso de que las mismas se ubiquen dentro de la zona de alteración por la construcción de caminos de acceso, torres, o apertura de calle.
4. Cumplir con la legislación vigente en materia de seguridad laboral:
 1. seguro de riesgos de trabajo, Ley 6727,
 2. asegurar con la CCSS a los trabajadores
 3. reglamento de seguridad e higiene ocupacional, decreto 25235
 4. Ley General de Salud, artículo 208, disposición de desechos sólidos y artículo 79 del decreto 19049-S
5. Señalizar con indicación de peligro las torres de fácil acceso o cercanas a viviendas (menos de 500 metros) y colocar dispositivos antiescalamiento en aquellas que estén a menos de 100 m.

D.5.4. Medidas Ambientales Aplicadas a la Operación del Proyecto

Durante la operación del proyecto, se identifican diferentes impactos, cuyas medidas ambientales se definen a continuación.

D.5.4.1. Medidas mitigadoras sobre la fauna

Al mencionar los impactos potenciales que la presencia de la línea puede generar sobre la fauna, se identifica como único efecto relevante el riesgo que supone el cable de tierra para ciertas especies de aves, por lo que las medidas de mitigación se centran en éste. El impacto aparece en la fase de operación del proyecto; sin embargo, su medida mitigadora se incorpora en la fase de diseño y construcción del proyecto, como se expuso en los apartados anteriores.

Además, de éste se estudiaron los otros impactos potenciales, si bien haciendo resaltar desde un principio, que su significación será muy inferior al anteriormente reseñado. Entre estos últimos cabe mencionar:

El efecto positivo que supone para ciertas aves la presencia de apoyos, en diversas áreas en las que cumplen la función de sitios altos para hacer sus nidos.

Las alteraciones provocadas en los ecosistemas durante el período de construcción (especialmente por el movimiento de maquinaria pesada), podrían generar stress a ciertos vertebrados u otras especies de interés, efecto que puede tener una cierta importancia si ocurre en época de cría. Para mitigar estos impactos se identificaron medidas en el apartado anterior.

En este último caso, los nidos existentes de especies amenazadas se respetarán en todas las fases de la construcción y el mantenimiento de la línea, a no ser que interfieran en el correcto funcionamiento de la instalación o se estime un verdadero riesgo para la propia ave.

Como no se tienen registros de colición de aves, los encargados de mantenimiento deben recolectar para identificación por especialistas calificados, cualquier ave o residuo de ésta que se encuentren con evidencia de colición. Se recomienda establecer un protocolo que sea de conocimiento del personal de mantenimiento para facilitare su implementación.

D.5.4.2. Medidas mitigadoras respecto al paisaje

Los efectos sobre el paisaje en la fase de operación del proyecto, dependen en gran medida del diseño y construcción de la línea. Ya se expuso en el capítulo de medidas aplicadas al diseño, algunas técnicas enfocadas a mitigar el impacto paisajístico. A continuación, se exponen otras medidas que se pueden aplicar durante la operación del proyecto, para mitigar el impacto.

Los puntos más frágiles identificados son los cruces con carreteras y las panorámicas más expuestas. Al atravesar una carretera, la presencia próxima de un apoyo remarca la existencia de la línea, frente a esto si la ubicación del mismo se realiza de forma que quede enmascarado mediante barreras vegetales vivas, la percepción de la línea se reduce a la presencia de los cables, con lo que se habrá minimizado el impacto, dado que los conductores pueden pasar desapercibidos a la velocidad normal de circulación de los vehículos.

En zonas boscosas, el tratamiento especial de las calles debe ser diferencial, o sea desigual, lo anterior implica podas selectivas minimizando la corta de árboles. Con esto se consigue una integración mayor de la línea con el entorno, minimizando su percepción.

Otra medida que se ha planteado en ocasiones es pintar las torres mediante colores que permitan su integración en el entorno que los rodea, esto se recomienda en el sector de Refugio de Vida Silvestre Castro Cervantes y los bosques de la zona de Portalón.

D.5.5. Medidas en Mantenimiento

Algunas de las anomalías que eventualmente aparecen en los elementos de la línea, son roturas de aisladores, daños en los conductores, cables de tierra y separadores de los conductores entre otros, que se han de sustituir o reparar.

La frecuencia de las reparaciones está en función, en primer lugar, de la vida media de los distintos elementos que componen una línea eléctrica de alta tensión, con un amplio margen de variación pues dependen de muchos factores: clima, contaminación atmosférica o proximidad al mar. Así el galvanizado de los apoyos puede durar 10-15 años, el cable de tierra unos 25-30 años y el período de amortización de una línea de alta tensión es alrededor de 30-40 años. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

Estos incidentes pueden ser en general de dos tipos, dividiéndose según sus efectos. El primer tipo de incidentes agrupa aquellos que producen una ausencia de tensión momentánea, como los motivados por sobrecargas de tensión ajenas a la línea, fuerte niebla junto con contaminación atmosférica, fugas a tierra por múltiples causas o columnas de humo provocadas por incendios. Estos casos no producen defectos permanentes en la línea y se restablece el servicio acoplado ésta de nuevo. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

El otro tipo de incidentes comprende los que producen una ausencia de tensión permanente o avería en la línea, y precisan reparación. Las causas más frecuentes de este tipo de averías son fenómenos meteorológicos de intensidad anormal (tormentas y vientos muy fuertes) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad. Una vez localizada y reparada la avería se vuelve a acoplar la línea. Otras causas menos frecuentes de averías son el envejecimiento de materiales, accidentes ajenos a la línea. (Estudio Impacto Ambiental, 1997).

Para proceder a la reparación de estas averías accidentales se utilizan los accesos previstos para el mantenimiento permanente de la línea, que aprovechan la red creada durante la construcción, con el fin minimizar los efectos que se puedan llegar a producir sobre el entorno.

Durante las revisiones periódicas rutinarias se realiza un seguimiento del crecimiento de los árboles que se prevé puede interferir, por su altura, con la línea, debiéndose cortar o podar aquellos que puedan constituir un peligro, al existir la posibilidad de que al crecer, sus ramas se aproximen a los conductores a una distancia menor que la de seguridad. En función de la zona, del clima y de las especies dominantes será necesaria una periodicidad más o menos prolongada.

Igualmente en estas revisiones periódicas se identifica la presencia de nidos u otros usos que realizan las aves de las líneas. Es importante comunicar esto de inmediato, para identificar las medidas de prevención o mitigación que se deban poner en práctica durante la operación de la línea.

En general todas estas actividades guardan una relación muy directa con las que se realizan durante la construcción, sobre todo en aquellas ocasiones en las que, por una u otra razón, se procede a la realización de una variante de una línea, en la que el proceso se retrotraería hasta la fase del Proyecto.

Es por ello que previamente se han desarrollado con cierta profundidad estos puntos, porque si bien no son labores habituales en mantenimiento, no es raro el tener que realizar acciones propias del proyecto y construcción de una nueva línea que del mantenimiento de una existente.

Así las actividades particulares de mantenimiento ya mencionadas, son: las visitas periódicas, que tienen unas necesidades respecto al entorno, el pintado de los apoyos, el control del arbolado en las calles y las actuaciones para paliar efectos nocivos sobre la avifauna que se describen a continuación.

D.5.5.1 Visitas periódicas

Como ya se ha comentado, la vigilancia de las líneas precisa de dos visitas anuales a las mismas, que normalmente se realizan a pie, recorriendo toda la longitud de la misma.

Como es fácil de comprender, es en la preparación del terreno para la realización del recorrido a pie en la que se pueden generar algunos efectos sobre el sustrato, debido esencialmente a que ya existe revegetación natural, lo cual provoca que los accesos se hayan deteriorado o desaparecido, las calles se encuentren otra vez pobladas, y que además los propietarios se muestren recelosos ante los nuevos “intrusos”.

Las actuaciones entonces están claras para el primer caso, en el que exclusivamente hay que chapear o arreglar el camino existente, de forma que se permita el paso de vehículos. En el otro caso, se deberán crear las acciones definidas para la creación de accesos en la fase de proyecto y sobre todo en la de construcción.

Hay que señalar que los accesos a la línea se deben dejar, una vez realizada la visita, en perfecto estado de conservación.

D.5.5.2. Pintado de las torres

El posible impacto se refiere a la introducción en el campo de unas sustancias con gran poder contaminante como son las pinturas debido a los altos contenidos que estas poseen de metales pesados, sustancias tóxicas y sus solventes.

Un control riguroso de los trabajos es la única medida que se puede adoptar para minimizarlo, ya que se evitan posibles vertidos, accidentales o provocados, o depósitos incontrolados de éstas pinturas.

Los residuos de solventes o pintura se sacan del área y se disponen en lugares apropiados.

D.5.5.3. Mantenimiento de las calles

Tomando como principio básico a tener en cuenta que el mantenimiento de la calle persigue la seguridad tanto de la línea, como de los elementos de su entorno, guardando siempre las distancias de seguridad, hay que considerar un nuevo enfoque en relación con las especies y espacios naturales protegidos, ya que en zonas de alto valor ecológico o con riesgo de erosión, puede ser necesaria una corta selectiva del arbolado presente, así como respetar el matorral.

Para evitar este riesgo, cumpliendo los cometidos para los que se abren las calles, y que, sin embargo, no se generen los impactos que su presencia conlleva, se pueden proceder a la corta selectiva y a la plantación de especies de crecimiento controlado. En todos los casos se procurará que el ancho de calle en zonas boscosas cumpla con los mínimos de seguridad de diseño.

De todas maneras, sí se puede adelantar que en ningún caso se deberán cortar árboles o arbustos de especies protegidas, salvo cuando puedan afectar a la seguridad de la instalación, en cuyo caso se deberá solicitar permiso previo a la oficina Subregional competente del SINAC/ MINAE.

Las chapias deben hacerse con personal de cada una de la comunidades por donde pasa la línea. En ningún caso se permitirá el uso de herbicidas durante el mantenimiento de la línea.

No se permite la quema de los residuos de la corta, su tratamiento consiste en trozar las ramas y distribuir las uniformemente para que formen sustrato una vez que se descompongan.

D.5.5.4. Epoca de realización de actividades

Si bien los trabajos de mantenimiento dependen de las averías de las líneas y, por lo tanto, no son programables, todas aquellas labores que sí lo sean (mantenimiento de las calles u otras) se deberán realizar, siempre que sea posible, en aquellas épocas del año en que su incidencia sobre la fauna y la vegetación sea mínima.

En particular, es esencial la toma en consideración de la presencia de nidos en los árboles existentes en la calle, para evitar daños de importancia en la realización de los trabajos de corta.

Para ello se ha de proceder a la identificación de los nidos y especies que los ocupan antes de realizar los trabajos, retrasando el inicio de éstos hasta que los polluelos abandonen el nido, si éstos pertenecen a especies protegidas.

D.5.5.5. Relación con propietarios afectados

Tanto en las labores iniciales de topografía, en la determinación de los trazados preliminares y de Anteproyecto, como posteriormente en el resto de trabajos topográficos, solicitud de permisos, actividades de construcción y, finalmente, fase de mantenimiento,

es fundamental mantener una excelente relación con los propietarios afectados por la instalación, solicitando previamente permiso antes de realizar cualquier tipo de actividad, intentando no ocasionar daños, y en caso contrario, comunicándolos y reparándolos o indemnizándolos a la mayor brevedad.

Hay que señalar que, en gran medida, la aceptación social de este tipo de proyectos de líneas de alta tensión depende de las relaciones que se mantengan con los afectados, tanto en relación con las Instituciones con competencias en la materia, como con los propietarios directamente afectados por las instalaciones de la línea. En caso de ocurrir se deberá solucionar el conflicto, inclusive recurriendo a medidas disciplinarias cuando sea por causa del personal participante.

D.5.6 Plan de Rutas

Es necesario EPR, presente en forma escrita y anterior al inicio de las obras de mantenimiento de la línea ante los Municipios competentes, un plan de rutas indicando las calles que serán de uso permanente para el mantenimiento de la red. Este plan buscará aprovechar al máximo la red vial existente en las cercanías de la línea y evitará al máximo la afección del medio circundante.

Debe coordinarse con las Juntas Viales Cantonales y los Comités de Caminos de los Municipios respectivos, con el objeto compaginar la necesidad de uso de caminos locales en las cercanías de la línea, de forma que se llegue a algún acuerdo que permita la disminución de costos en este rubro y se contribuya a la solución del problema vial local, siempre con la prioridad de la conservación ambiental y el menor efecto sobre el medio circundante.

D.5.7 Oficina de Seguimiento Ambiental EPR

EPR, debe contar con una oficina durante todo el proyecto, (diseño, construcción y operación), en donde se reciban consultas y quejas, las cuales se deben canalizar y responder. Durante todo el proyecto, esta oficina deberá ser el contacto de EPR con las comunidades. Las tareas de divulgación, serán responsabilidad directa de dicha oficina, entre otras:

1. Comunicación en febrero de cada año, a los Municipios por donde atraviesa la línea, del plan del expansió de la red. (ver reglamento del 29296 Salud-MINAE)
2. Divulgación semestral o anual a la Oficina de Control de Radiaciones del Ministerio (Oficina de Control de Radiaciones de Ministerio de Salud y los Municipios sobre el estado de conocimiento referente a las líneas de transmisión en materia de salud pública, y resultados del monitoreo de los campos eléctricos y magnéticos de la línea.
3. Atención de consultas o quejas sobre efectos audibles de la operación o interferencias de con radio o televisión
4. Cualesquiera otras.

D.5.8. Resumen del Plan de Gestion Ambiental (P.G.A) y Costos

Seguidamente, en página aparte, se presenta tres cuadros con el resumen del Plan de Gestión Ambiental para facilidad de implementación, adicionalmente se contempla allí mismo el costo de cada una de las obras que no son típicas de proyecto, lo cual asciende a U.S.\$ 1.215.911.70 de esto el 73.7 % corresponde a medidas en diseño (\$ 896.768.70), 24.5 % a construcción (\$ 297 843) y 1.7 % a operación (\$21.300).

D.6 Plan de Monitoreo

Uno de los principales componentes del Plan de Gestión Ambiental es el plan de monitoreo, cuyo objetivo consiste en la verificación y vigilancia del cumplimiento de las medidas ambientales propuestas por parte de los estudios ambientales realizados.

El Plan de Monitoreo tiene vigencia a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto, tanto en construcción como en operación. Seguidamente se presenta una sugerencia de como implementarlo, siendo ésta labor responsabilidad del Responsable Ambiental de la Obra, con el nivel de detalle actual no se puede contar con un cronograma para su ejecución pues el cronograma de la obras es aún tentativo. Una vez definido el responsable ambiental de la EPR lo presentará a la SETENA.

D.6.1 Fase de Construcción

Durante la fase de construcción el plan de monitoreo contempla las medidas de vigilancia y seguimiento de acuerdo con los siguientes temas:

A.C- Sitios de depósito de escombros y materiales del movimiento de tierras

De acuerdo con el plan de rutas y los sitios de depósito autorizados, el personal ambiental debe revisar periódicamente su cumplimiento, ya sea mediante la entrega de boletas donde aparezca la firma de algún representante del sitio de depósito, o bien realizando el viaje con los camiones de forma aleatoria durante todo el tiempo que duren las tareas de remoción y depósitos de materiales.

B.C- Control de escorrentía superficial

En todos los caminos de acceso que se vayan a construir debido al proyecto, el personal ambiental designado deberá verificar periódicamente el estado de las obras de control y encauzamiento de la escorrentía superficial, para ello se deberán presentar informes semanales del estado de dichas obras en cada frente de trabajo.

De acuerdo al plan de rutas y a los contactos realizados con las Juntas Viales de cada cantón, los caminos nuevos construidos en terrenos públicos pueden ser entregados para la administración de los gobiernos locales, si es que así se convino; en tal caso se realizará un informe del estado de las obras hidráulicas del camino y su estado al momento de la entrega, una de las copias de este informe será entregada al gobierno local al cual se le entrega la administración del camino.

C.C- Protección Ambiental

El equipo ambiental debe encargarse de la señalización de los sitios donde existan especies protegidas o zonas bajo algún grado de protección ambiental, esto con el fin de evitar trabajos en estas zonas. Además, este equipo debe de investigar cualquier tipo de irrespeto a esta señalización.

Es de incumbencia del personal ambiental el cumplimiento pleno de las medidas ambientales propuestas en los estudios realizados; por lo tanto, se vigilará que no se realicen vertidos de materiales peligrosos y depósitos de basura.

En el caso de encontrarse alguna corriente de agua natural en el frente de trabajo o los caminos construidos para el acceso en las cercanías a menos de 30 metros, se deberán tomar muestras de calidad de agua al menos antes del inicio de las obras y una vez concluidas, de forma que se pueda cuantificar el grado de afección que estas hayan podido tener por el proyecto. Los parámetros mínimos de evaluación de la calidad del agua deberán ser: DBO, DQO, Sólidos Totales, Sólidos suspendidos, Temperatura, pH, Grasas y Aceites y SAAM. En caso de duda con respecto a la presencia de contaminación fecal, incluir el análisis microbiológico de coliformes fecales.

Se debe verificar el cumplimiento de las medidas de diseño indicadas, sobre el trazado para prevenir impactos sobre la biota, tomas de agua o pozos, paisaje. Para ello, el Responsable Ambiental, previo a la realización del proyecto, verificará en campo con el contratista, el cumplimiento de las medidas recomendadas. Todos los casos de excepción, se deben documentar y justificar.

Se debe tener el monitoreo de aves, para determinar áreas sensibles en donde sea necesario colocar dispositivos “salvapájaros”.

D.C- Control de Emisión de Gases y Ruido

El Responsable Ambiental de la obra deberá estar informado de la maquinaria y equipo que se utilizará en el proyecto. Los niveles normales de ruido y emisión de gases que cada uno de estos equipos produzcan deben ser de su conocimiento, de forma que les sea más fácil detectar posibles anomalías en su funcionamiento. De detectarse alguna anomalía, se debe notificar a los mecánicos correspondientes para que realicen una revisión y confirmar una posible falla en el funcionamiento.

El Responsable Ambiental de la obra se encargará de la revisión de los informes presentados de acuerdo con el plan de control y mantenimiento de maquinaria y equipo. Tendrá potestad para prohibir el tránsito de un vehículo, asociado al proyecto que incumpla regulaciones.

E.C- Seguridad Ocupacional

El personal ambiental debe estar al tanto de todas las medidas de seguridad para los trabajos a realizar, de forma que puedan detectar fácilmente cualquier incumplimiento en estas medidas.

Es importante destacar, que cualquier incumplimiento en estas medidas se considerará un incumplimiento del Manual de Buenas Prácticas Medioambientales; por lo tanto, incumplirlas puede acarrear una sanción para el contratista. Si se detectase alguna falta a estas normas, el personal ambiental redactará un informe al Responsable Ambiental de la Obra donde se incluya el detalle del incumplimiento y el número de veces que ese mismo incumplimiento se ha presentado. Será el Responsable Ambiental de la Obra el encargado de comunicar al contratista, la sanción con base en lo estipulado en el Manual de Buenas Prácticas Medioambientales.

EPR como desarrollador del proyecto, debe incluir en sus contratos de diseño, construcción y operación, las obligaciones ambientales de los ejecutores de las obras y las medidas sancionatorias, en caso de incumplimiento.

F.C- Protección del Patrimonio Arqueológico Nacional

Si se diera el caso de que se encontrase algún resto arqueológico en el frente de trabajo, el contratista deberá parar la obra en ese sitio y notificar al Responsable Ambiental para que éste contacte con el Museo Nacional y dé su respectivo dictamen.

G.C Procedimientos de Seguimiento.

Como se indicó anteriormente, uno de los objetivos importantes del Plan de Gestión Ambiental consiste en establecer el tipo de informes y otros para cumplir con el seguimiento de las medidas ambientales. El presente apartado, muestra un esquema básico de seguimiento que servirá como guía para el Responsable Ambiental y su equipo de trabajo.

El control o seguimiento de las medidas ambientales incluye conocer los siguientes aspectos:

1. El tipo de control adecuado para cada una de ellas.
2. Frecuencia con que se debe aplicar el control.

3. Revisión de la efectividad del tipo, momento y frecuencia del control escogido.

Tipo de Control

Para cada una de las Medidas Ambientales propuestas se debe estudiar cual es el tipo de control adecuado para la vigilancia de su cumplimiento. Por lo general, el control puede ser de dos tipos, mediante la vigilancia directa de la realización o culminación de las tareas correspondientes de la medida, o bien, mediante la determinación de parámetros de medición que verifiquen el cumplimiento de la medida.

Frecuencia de Control

Dada la naturaleza de la medida ambiental propuesta, se debe determinar el momento adecuado para realizar dicho control. Por lo general, cuando se trata de medidas para las cuales se determinó que el tipo de control es el de verificación de su realización, el momento de control adecuado es el inicio de obras o su culminación, con posibles visitas esporádicas durante la realización de las tareas necesarias para su realización.

En algunos casos se puede determinar que sólo es necesario realizar un control para verificar el cumplimiento de determinada medida ambiental, mientras que en otras ocasiones se puede dar la necesidad de controles anuales, mensuales semanales o hasta diarios, según se considere conveniente.

Revisión de la Metodología

Dado que el Plan de Gestión pretende ser una herramienta dinámica que asegure el menor impacto posible del proyecto sobre el ambiente, con los resultados obtenidos en los controles realizados, la experiencia obtenida y el desarrollo de nuevas tecnologías o metodologías, se debe estudiar la efectividad de los controles utilizados para la verificación del cumplimiento de las medidas ambientales propuestas.

La boleta que se presenta a continuación es un ejemplo de una que podría ser empleada para el verificar el cumplimiento de las medidas recomendadas.

BOLETA DE SEGUIMIENTO	
Ubicación geográfica del frente de trabajo:	Página 1 de 1:
Emitido por:	Revisión No. :
Fecha:	Coordinador Ambiental:
Fase Constructiva:	
Medida Ambiental a Evaluar	
Indicador de la Medida Ambiental	
Nivel de Cumplimiento	
Eficacia de la Medida	
Problemas Encontrados	
Recomendaciones	
Evaluación de aplicación de sanciones	

D.6.2. Fase de Operación

Una vez terminados los trabajos de construcción, el plan de monitoreo busca vigilar el cumplimiento de las medidas para retornar a la mayor brevedad posible el efecto de los impactos reversibles que se hayan producido y el cumplimiento de las medidas de compensación determinadas en los estudios ambientales.

Los principios que seguirá el Plan de Monitoreo durante la fase de operación del proyecto son los siguientes:

A.O- Control de escorrentía superficial

En el caso de que algunos de los caminos de acceso quedasen como propiedad de los dueños del proyecto, el personal ambiental deberá verificar periódicamente el estado de las obras de control y encauzamiento de la escorrentía superficial, para ello se deberán presentar informes anuales del estado de dichas obras.

B.O- Recuperación de Biota

Teniendo en cuenta la limitante en el tamaño de los árboles o arbustos bajo la línea

de transmisión, el personal ambiental deberá promover la siembra de especies autóctonas que cumplan con esta limitante de tamaño en las zonas donde se haya tenido que eliminar parte de las zonas boscosas para la construcción del proyecto, en particular en las zonas de vulnerabilidad de acuíferos ya identificadas.

El personal ambiental deberá presentar un informe donde se indique el tipo de vegetación que se colocó en cada zona, y la verificación de su siembra.

C.O- Impacto Visual

Dado que alrededor de las torres se debe mantener un área limpia de arboledas y arbustos, se estudiará la posibilidad de colocar algún tipo de barrera vegetal con especies autóctonas alrededor de las torres. Además de ayudar a mejorar el impacto visual provocado por la colocación de la torre, se puede disminuir el acarreo de sedimentos y la escorrentía superficial al cubrir el suelo expuesto.

D.O- Control de Ruido

Es posible que la línea de transmisión produzca ruido, en las revisiones periódicas el personal ambiental debe estar atento a este factor y si se detectase un nivel anormal de ruido se debe notificar a los técnicos correspondientes. De igual forma, en la oficina de seguimiento de EPR deben estar anuentes a escuchar las quejas que por este factor tengan las personas del lugar, así como proporcionar las respuestas adecuadas.

E.O- Interferencia a señales

La línea de transmisión puede ocasionar interferencia con señales de radio o televisión, por lo tanto el personal ambiental debe estar anuente a escuchar las quejas que se presenten por este factor, explicar a los afectados o informar a los técnicos correspondientes si esta interferencia se considera anormal. La comunicación se deberá dar a través de la oficina de seguimiento ambiental del proyecto de la EPR.

F.O- Seguridad

El personal ambiental deberá velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad ocupacional en los trabajos de mantenimiento de la línea de transmisión mediante la visita sorpresa a los equipos de trabajo, de detectarse algún incumplimiento se realizará un oficio (memorando) donde se indicará la falta cometida, el nombre del

trabajador y el número de veces que este mismo trabajador a incumplido las normas de seguridad.

El personal de la EPR, debe vigilar durante la operación la existencia de rótulos en sitios de acceso fácil y cerca de centros de población, así como señalización apropiada en áreas de fumigación o zonas cercanas a aeropuertos.

G.O- Monitoreo de los Campos Eléctricos y Magnéticos

EPR, debe medir los campos eléctricos y magnéticos que se generan en los límites de la servidumbre y divulgar el resultado de sus mediciones de forma semestral al Ministerio de Salud y los Municipios por donde pasa la línea. Se propone que los puntos de medición sean los linderos de la servidumbre, específicamente en donde se tengan viviendas cercanas, cuando en tramos largos no se tienen viviendas, se debe medir en los linderos de la servidumbre sitios accequibles, que garanticen una medición completa de la línea. Además, se debe medir en las subestaciones, la frecuencia de medición debe ser trimestral. EPR, debe mantener una base de datos con la información, disponible para el público en todo momento que incluirá la ubicación exacta, hora y resultados de los CEM, ocasionalmente (una vez al año) deberá registrar los campos eléctricos, para su seguimiento.

D.6.3 Aspectos e Indicadores de Seguimiento

A continuación, se proponen algunos de los aspectos que deben ser objeto de vigilancia según los principios expuestos para el Plan de Monitoreo, tanto en la fase de construcción como de operación.

D.6.3.1 Fase de construcción

Sitios de Depósito de Escombros y Materiales del Movimiento de Tierras, estos deberán ser identificados por el contratista, avalados por el responsable ambiental de EPR y comunicados a la SETENA. Pese a no conocer su ubicación actualmente se plantean las siguientes medidas para prevenir impactos en éstos.

Objetivo	Limitar el impacto causado por la remoción de material y la realización de los trabajos.
----------	--

	Limitar el efecto sobre el tránsito y los poblados vecinos por el paso de camiones.
Indicador de realización	Boletas de aceptación del material por parte del sitio de depósito. Cumplir con las rutas definidas en el Plan de Rutas.
Zona	Frente de trabajo
Datos	Tonelaje de suelo y escombros removidos Kilometraje de los camiones transportadores
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de los suelos de desecho y los escombros producidos.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Investigar el lugar clandestino de desecho, proceder al retiro del material depositado y llevarlo a un sitio autorizado.

Control de Escorrentía Superficial

Objetivo	Verificar la construcción y adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas de los caminos de acceso.
Indicador de realización	Longitud y cantidad de obras hidráulicas de caminos.
Zona	Caminos de acceso
Datos	Longitud y cantidad de obras hidráulicas funcionando mal.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	0% de las obras hidráulicas construidas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación inmediata de las obras.

Protección Ambiental

Objetivo	Proteger el patrimonio natural de Costa Rica y respetar las zonas de protección ambiental.
Indicador de realización	Longitud correctamente señalizada en relación con el total de la longitud de las zonas de señalización. Cumplimiento de medidas de diseño.
Zona	Zonas de Protección Ambiental o de presencia de especies en peligro
Datos	Longitud de zonas señalizadas.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de las zonas señalizadas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Proceder a la señalización inmediata.

Objetivo	Minimizar la contaminación de corrientes de agua en cauces a menos de 30 m de un frente de trabajo (camino, acceso, torre).
Indicador de realización	Grasas y Aceites Sólidos en Suspensión Sólidos Totales Coliformes Fecales.

Zona	Corrientes de agua aledañas a caminos de acceso y frente de trabajo (< a 50 m)
Datos	Muestras de agua.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Normas del Ministerio de Salud
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	Umbrales del Ministerio de Salud.
Momento de Análisis	Antes del inicio de las obras, durante la construcción y una vez que se culminen.
Medida Complementaria	Determinar la fuente de contaminación, corregirla si es debida al proyecto o denunciarla si se debe a factores externos.

Objetivo	Eliminar la contaminación por vertidos o botaderos.
Indicador de realización	Existencia de manchas de derrames de aceites u otros líquidos utilizados en el proceso constructivo o basura.
Zona	Frente de trabajo.
Datos	Número y tamaño de las manchas. Peso de la basura recolectada.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Procedencia
Calendario	Fase de Construcción.
Valor Umbral	0%
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Investigar la fuente, limpiar el derrame o recoger los desechos.

Control de Ruido y Emisión de Gases

Objetivo	Minimizar la contaminación auditiva y del aire.
Indicador de realización	Cantidad de Emisiones. Nivel de Ruido.
Zona	Frente de Trabajo.
Datos	Medición de Emisiones. Nivel de Ruido.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales
Calendario	Fase de Construcción.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales para cada maquinaria o equipo.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación o sustitución de maquinaria o equipo.

Seguridad Ocupacional y Comunal

Objetivo	Velar por la seguridad e integridad de los trabajadores y pobladores de las zonas vecinas a los frentes de trabajo.
Indicador de realización	Normas de Seguridad Ocupacional para Líneas de transmisión y caminos y normas de seguridad para con los vecinos.
Zona	Frente de Trabajo
Datos	Visitas sorpresa al frente de trabajo.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total

Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	100% de las normas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reporte de incumplimiento y aplicación de los reglamentos.

Protección del Patrimonio Arqueológico Nacional

Objetivo	Proteger el patrimonio arqueológico de Costa Rica.
Indicador de realización	Artefactos indígenas o tumbas.
Zona	Frente de trabajo.
Datos	Cantidad y descripción de los artefactos o tumbas encontrados.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Existencia.
Calendario	Fase de Construcción
Valor Umbral	No determinado
Momento de Análisis	Al ser encontrados.
Medida Complementaria	Informar a las autoridades competentes y esperar el resultado de sus análisis.

D.6.3.2 Fase de operación

Control de escorrentía Superficial

Objetivo	Verificar el adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas de los caminos de acceso propiedad del proyecto.
Indicador de realización	Longitud y cantidad de obras hidráulicas de caminos.
Zona	Caminos de acceso
Datos	Longitud y cantidad de obras hidráulicas funcionando mal.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	0% de las obras hidráulicas construidas.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación inmediata de las obras.

Recuperación de Biota

Objetivo	Minimizar la pérdida de biota. Disminuir la escorrentía superficial.
Indicador de realización	Longitud de zonas recuperadas (Compensación) y reportes de colisión o electrocución de aves.
Zona	Bajo la línea de transmisión.
Datos	Longitud de zonas sembradas y número de aves que colisionan, así como reporte de nidos u otros usos de la línea por las aves.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje frente al total
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	100% del total de las zonas donde se considere posible.

Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Iniciar la siembra, retiro de nidos si corresponde.

Control de Ruido

Objetivo	Minimizar la contaminación auditiva.
Indicador de realización	Nivel de Ruido.
Zona	Línea de transmisión.
Datos	Nivel de Ruido.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación
Medida Complementaria	Reparación de las anomalías.

Interferencia a señales de comunicación

Objetivo	Minimizar la interferencia.
Indicador de realización	Tiempo de Interferencia y tipo de señal interferida.
Zona	Línea de transmisión.
Datos	Tiempo de Interferencia y tipo de señal interferida.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Comparación con los niveles normales.
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	Menor o igual a los niveles normales.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Reparación de las anomalías.

Seguridad comunal y laboral

Objetivo	Evitar Accidentes.
Indicador de realización	Rótulos en las torres y dispositivos de antiescalamiento
Zona	Torres.
Datos	Cantidad de torres cercadas.
Equipo de Apoyo	Equipo Ambiental
Análisis	Porcentaje del total.
Calendario	Fase de Operación.
Valor Umbral	100% de las Torres.
Momento de Análisis	Cada vez que se realiza la verificación.
Medida Complementaria	Construcción de las cercas faltantes.

D.7 Plan de Contingencia

Los estudios preliminares del proyecto permiten establecer cuáles serán los factores externos a que va a estar expuesto el proyecto por el medio ambiente circundante. Gracias a estos datos es posible determinar los fenómenos naturales que podrían afectar al proyecto en algún momento.

En el caso de la línea de transmisión se tiene la particularidad de que por su extensión los fenómenos ambientales que podrían llegar a tener efecto sobre ella varían de acuerdo con la zona de que se trate, tanto en su naturaleza como intensidad. Pese a lo anterior dichas contingencias se encuentran dentro de las labores de mantenimiento de un línea de alta tensión. Por lo cual no son labores desconocidas o nuevas para un operador.

Valga destacar que en términos generales la afectación de la línea por cualesquiera de las contingencias que se enumerarán, lo que provoca es una interrupción del servicio que esta brinda.

Para el proyecto se han identificado la existencia de algún grado de riesgo ante siete fenómenos naturales:

1. Terremotos/sismos
2. Erupciones Volcánicas.
3. Tormentas eléctricas
4. Inundaciones.
5. Deslizamientos.
6. Incendios Forestales.
7. Erosión

Es importante contar con un plan de respuesta para enfrentar y disminuir el efecto que estos fenómenos puedan tener sobre el proyecto tanto por la integridad del mismo como por la seguridad de las localidades y zonas circundantes.

De igual forma se pueden presentar accidentes internos del proyecto, a los cuales también se les debe dar una adecuada respuesta. Los principales tipos de accidentes que podrían esperarse son de tipo laboral o por incendios.

El plan de contingencia se estructura según el procedimiento de actuación para cada emergencia, incluyendo los procedimientos preventivos para minimizar los efectos de la misma, o bien detectar posibles problemas antes de que esta ocurra.

En términos generales el Plan de contingencia consta de seis etapas, a saber:

1. Detección del Incidente.
2. Evaluación del Incidente.
3. Seguimiento del Incidente.
4. Comunicación del hecho.
5. Aplicación de medidas de corrección a la estructura.
6. Aplicación de medidas a la población.

7. Detección del incidente

En este punto se deben definir los riesgos a los que está sometido el proyecto según el tipo de emergencia que se trate, además se estiman los rangos admisibles o inadmisibles a partir de los cuales se inicie un estado de alerta que evite daños o situaciones solucionables por la vía de la prevención.

Con el fin de realizar un estudio adecuado del incidente, se debe contar con toda la información de susceptibilidad del proyecto ante el mismo, la cual proviene de los estudios del proyecto y de los organismos pertinentes.

D.7.1 Evaluación del Incidente

Una vez determinada la naturaleza del incidente que ha afectado o ha provocado el proyecto, se inicia una valoración de los efectos que este ha tenido, en el caso de tratarse de un incidente externo, como por ejemplo terremotos, deslizamientos, o tormentas eléctricas, el estudio de los efectos se centrará en determinar los daños sobre el proyecto, pero si se trata de un incidente provocado por el proyecto se debe hacer un estudio de los efectos sobre el proyecto y también sobre los daños sobre el ambiente o comunidades afectadas.

Para la evaluación del incidente, se debe contar con una metodología acorde al tipo de incidente de que se trate, de forma que se puedan obtener resultados fidedignos y rápidos.

D.7.2 Seguimiento del Incidente

La respuesta ante la ocurrencia de cualquier tipo de incidente es una respuesta dinámica que debe ir acompañada de un adecuado seguimiento de la evolución de las situaciones presentes tanto para evitarlas, si es posible, como para solucionarlas.

En este sentido se debe contar con una metodología para la evaluación de la evolución del hecho así como un equipo y plan de respuesta.

D.7.3 Comunicación del Hecho

Tanto los efectos, como las consecuencias que la acción del incidente sobre el proyecto vaya a provocar sobre el ambiente y comunidades aledañas, deben ser comunicados a los organismos de emergencia e instituciones pertinentes, de forma que ellos puedan activar los procedimientos adecuados.

D.7.4 Aplicación de las Medidas de Corrección en la Infraestructura

Una parte importante del plan de contingencia es la sección de medidas de corrección en el proyecto de acuerdo al incidente presentado. Estas medidas se desarrollarán teniendo en cuenta los medios materiales y los procedimientos de actuación, en la medida de lo posible se debe contar con una serie de medidas alternativas.

D.7.5 Aplicación de Medidas a la Población

Otra parte del plan se destina a todas los procedimientos de comunicación de posibles riesgos por la afección del proyecto por un incidente externo o por los riesgos debidos a un incidente provocado por el proyecto.

De igual forma, se deben contemplar las medidas de corrección que se tomarán en caso de que se trate de un incidente provocado por el proyecto.

El Plan de Contingencias debe ser aplicado durante el inicio de las obras hasta el tiempo que dure en funcionamiento el proyecto.