

**ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA LA
REMEDIACIÓN AMBIENTAL DEL SITIO DE LOS
PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS GENERADORA SAN
MATEO S.A. ("GSM") / GENERADORA SAN ANDRÉS
S.A. ("GSA")**

DOCUMENTO BASE	ACTUALIZADO			VERIFICADO	
	RESPONSABLE	CÓDIGO	REV.	NOMBRE	FECHA
ASESORÍA TÉCNICA SOBRE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y CULTURAL DEL SITIO DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS GENERADORA SAN MATEO S.A. ("GSM") / GENERADORA SAN ANDRÉS S.A. ("GSA"), 2022	Equipo Técnico Charlieg	ECRA – GSM-GSA-001-2025	F	Ing. Carlos Granja	Febrero 2026

FEBRERO 2026



CONTENIDO	PAGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. ALCANCE.....	3
4. LIMITACIONES.....	4
4.1. SOCIALES.....	4
4.2. TÉCNICAS	5
5. METODOLOGÍA.....	5
5.1. DIÁLOGO COMUNITARIO (MAPAS PARLANTES)	7
5.1.1 Metodológica Social.....	8
5.1.1.1 Metodología Social utilizada: mapas parlantes.....	8
5.1.1.2 Objetivo de los mapas parlantes.....	8
5.1.1.3 Etapas de la Metodología Ejecutada	8
5.2. INSPECCIONES TÉCNICO AMBIENTALES.....	10
5.2.1 Aspectos a considerar en campo.....	10
5.2.2 Hidrología.....	10
5.2.3 Ingeniería hidráulica	12
5.2.4 Ingeniería Geológica y Geotecnia.....	12
5.2.5 Vulnerabilidad Física.....	13
5.3. GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA BASE	13
5.3.1 Marco geográfico de georreferencia.....	13
5.3.2 Generación del componente geográfico actual	14
5.3.3 Procesamiento y generación de mapas	15
5.4. METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO Y PRIORIZACIÓN..	15
6. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	18
6.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO	18
6.2. ESTADO FÍSICO ACTUAL DEL PROYECTO	18
6.2.1 Proyecto Pojom II.....	19
6.2.2 Proyecto San Andrés	27
6.2.3 Minas para materiales pétreos	37
6.2.4 Líneas de Transmisión Eléctrica y Subestaciones Eléctricas.....	38
7. ACTIVIDADES DE CAMPO.....	41
7.1. DIÁLOGO COMUNITARIO	41

7.1.1	Nivel de participación.....	41
7.1.2	Inspecciones Sociales	46
7.2.	INSPECCIONES TÉCNICAS	46
7.3.	CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA	49
8.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	50
8.1.	DIMENSIÓN ESPACIAL Y GEOGRÁFICA.....	50
8.1.1	Foto 360, sobre plataforma vehicular.	51
8.1.2	Ortofotos Generadas	53
8.1.3	Generación de cartografía base y temática	53
8.1.4	Análisis multitemporal	60
8.2.	DIMENSIÓN SOCIAL	68
8.2.1	Mapa Parlante Comunidad Ixquisis.....	69
8.2.1.1	Desarrollo del Taller con la Comunidad Ixquisis.....	69
8.2.1.2	Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Ixquisis:.....	71
8.2.1.3	Propuestas de solución por parte de la Comunidad Ixquisis:	73
8.2.1.4	Inspección social Comunidad Ixquisis	75
8.2.1.5	Análisis de la percepción de la comunidad Ixquisis ante el proyecto	75
8.2.2	Mapa parlante caserío San Francisco.....	77
8.2.2.1	Desarrollo del taller con el caserío San Francisco.....	77
8.2.2.2	Descripción de mapas parlantes del caserío San Francisco:.....	79
8.2.2.3	Propuestas de solución por parte del caserío San Francisco:	84
8.2.2.4	Inspección social Caserío San Francisco.....	87
8.2.2.5	Análisis de la percepción del caserío San Francisco ante el proyecto.....	87
8.2.3	Mapa parlante comunidad Bella Linda	89
8.2.3.1	Desarrollo del taller con la comunidad Bella Linda	89
8.2.3.2	Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Bella Linda.....	91
8.2.3.3	Propuestas de solución por parte de la Comunidad Bella Linda:	93
8.2.3.4	Inspección social comunidad Bella Linda.....	95
8.2.3.5	Análisis de la percepción de la comunidad Bella Linda ante el proyecto	95
8.2.4	Mapa parlante comunidad Yulchén Frontera.....	96
8.2.4.1	Desarrollo del Taller con la Comunidad Yulchén Frontera.	96
8.2.4.2	Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Yulchén Frontera	98
8.2.4.3	Propuestas de solución por parte de la Comunidad Yulchén Frontera:	100
8.2.4.4	Inspección social comunidad Yulchén Frontera.....	102
8.2.4.5	Análisis de la percepción de la comunidad Yulchén Frontera ante el proyecto	102
8.3.	DIMENSIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL.....	103
8.3.1	Modelo matemático hidrológico	103
8.3.2	Modelos Matemáticos Hidráulicos	104
8.3.3	Análisis geológico-geotécnico.....	104
8.4.	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	106
8.4.1	Inspección técnica con participación social	106
8.4.2	Alcance contexto y criterios	108
8.4.3	Caracterización de riesgos	109
8.4.3.1	Riesgos Sociales.....	109
8.4.3.2	Identificación de los riesgos técnico – ambientales y sociales	112
8.5.	MATRIZ GENERAL DE RIESGOS	114
9.	EVALUACIONES TÉCNICAS Y MEDIDAS	124
9.1.	GALERÍA O TÚNEL DE CONDUCCIÓN, EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE COLAPSO DEL TAPÓN EXISTENTE	124

9.2. MACRODESGLIZAMIENTO AL NOROCCIDENTE DE BELLA LINDA.....	127
9.3. RECONFORMACIÓN MORFOLÓGICA DEL RÍO POJOM Y TAPONAMIENTO DE LA CAPTACIÓN GSM.....	130
9.4. TAPONAMIENTO DEL TÚNEL DE ENTRADA Y TÚNEL DE SALIDA.....	133
9.5. BARRERA VIVA DE PROTECCIÓN (ENSANCHE DE LA VÍA EL PLATANAR, MODELACIÓN DE CAÍDA DE BLOQUES QUE PUEDEN AFECTAR VIVIENDAS EN EL PLATANAR).....	134
9.6. BARRERA EN ZANJAS (ANÁLISIS DE INESTABILIDAD DE TALUD POR ZANJA ABIERTA EN LA ZONA DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN GSM).....	137
9.7. RECONFORMACIÓN DE MARGEN DE RÍO NEGRO ALREDEDOR DEL AZUD	142
9.8. ALCANTARILLAS VASOS COMUNICANTES (ZONA DE TALLER DE CONSTRUCCIÓN INUNDADA).....	143
9.9. CERRAMIENTO	145
9.10. TAPONAMIENTO DE TUBERÍA GRP Y DE ACERO	146
9.11. TAPONAMIENTO DE LA BASE DE TORRES.....	148
9.12. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN CASA DE MAQUINAS.....	149
9.12.1 Barrera de seguridad vial cerca de casa de máquinas	149
9.12.2 Cuneta longitudinal y Alcantarilla para desvío de escorrentía.....	149
9.13. RELLENO DE ESTANCAMIENTO DE AGUA (ÁREA INUNDADA TUBERÍA DE PRESIÓN)	152
9.14. SEÑALIZACIÓN DE PRECAUCIÓN Y PROHIBICIÓN DE INGRESO.....	152
9.15. CORTE DE HIERROS SOBRESALIDOS	153
9.16. ACTIVIDADES ÁREA DE CAMPAMENTO CONTRATISTAS.	154
9.16.1 Demolición de construcciones en mal estado	154
9.16.2 Retiro de material de granular.....	155
9.17. RETIRO MAQUINARIA Y MATERIALES.....	156
10. PLAN DE TRABAJO.....	160
10.1. COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN.....	160
10.2. propuestas de acción	162
11. PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	164
11.1. RESTAURACIÓN DE LOS CAUDALES NATURALES	164
11.1.1 Caudales naturales, análisis hidráulico e hidrológico.	164
11.2. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	171
11.3. RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS TERRESTRES.....	171
11.3.1 Limpieza de desechos	172
11.3.2 Mantener procesos de regeneración natural	172
11.3.3 Regeneración natural + Colocación de suelo orgánico	172
11.3.4 Regeneración natural + Colocación de suelo orgánico + Aplicación de revegetación	
asistida. 173	
11.3.5 Procesos adicionales para revegetación asistida	175

11.3.6	Barrera de árboles	176
11.4.	ACCIONES PARA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	177
11.4.1	Regeneración Natural (Restauración ecológica)	177
11.4.2	Colocación de Suelo orgánico (Regeneración natural)	177
11.4.3	Colocación de suelo orgánico y revegetación asistida	178
12.	PLAN DE MONITOREO	179
12.1.	OBJETIVOS.....	179
12.2.	VEEDURÍA SOCIAL	179
12.2.1	Parámetros básicos de Estructuración de la Veeduría Social	180
12.3.	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS	180
12.4.	MONITOREO DE CALIDAD DE SUELOS	183
12.5.	MONITOREO DEL PLAN DE TRABAJO Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.....	185
12.6.	ANÁLISIS E INFORMACIÓN DEL MONITOREO	186

TABLAS

CONTENIDO

PAGINA

TABLA No. 1	Matriz utilizada para valorar el nivel del riesgo	17
TABLA No. 2	Matriz de actividades de diálogo comunitario realizadas	41
TABLA No. 3	Registro de participantes por taller	41
TABLA No. 4	Participantes por comunidad	42
TABLA No. 5	% de Participantes en los talleres	44
TABLA No. 6	% de Participantes del área de estudio.....	44
TABLA No. 7	Matriz de actividades realizadas en inspecciones sociales	46
TABLA No. 8	Matriz de actividades realizadas en inspecciones técnicas - sociales.....	47
TABLA No. 9	Matriz de actividades realizadas en el levantamiento geográfico	49
TABLA No. 10	Matriz de actividades realizadas en el levantamiento geográfico	50
TABLA No. 11	Clases de pendientes	57
TABLA No. 12	Pendientes en el área de estudio	57
TABLA No. 13	Pendientes en el área de Intervención total.....	58
TABLA No. 14	Cobertura de la tierra, en el área de estudio.....	59
TABLA No. 15	Cobertura de la tierra, en el área de intervención total.	59
TABLA No. 16	Análisis multitemporal áreas intervención	63
TABLA No. 17	Total de participantes en taller de comunidad Ixquisis	71
TABLA No. 18	Total de participantes en taller de caserío San Francisco	78
TABLA No. 19	Total de participantes en taller de la Comunidad Bella Linda	91
TABLA No. 20	Total de participantes en taller de la comunidad Yulchén Frontera	98
TABLA No. 21	Comunicación y consulta, riesgos físicos y ambientales.	111
TABLA No. 22	Resultados de la evaluación de las amenazas identificadas	115
TABLA No. 23	Resistencia al corte y gradientes Hidráulicas para tapones de túnel (Según Benson, 1989) ..	125
TABLA No. 24	Cantidades de trabajo para la Restauración morfológica del río Pojom.....	131
TABLA No. 25	Cantidades de trabajo el taponamiento de la captación GSM	132
TABLA No. 26	Cantidades de trabajo para el Taponamiento del Túnel de entrada y Túnel de salida	133

TABLA No. 27 Cantidades de trabajo para la conformación de la Barrera Viva de Protección.....	136
TABLA No. 28 Ubicación de Puntos.....	141
TABLA No. 29 Cantidades de trabajo para la construcción de las Barreras en Zanjas	141
TABLA No. 30 Cantidades de trabajo para la reconformación del margen del río Negro alrededor del azud	142
TABLA No. 31 Cantidades de trabajo para la construcción de alcantarillas vasos comunicantes.....	144
TABLA No. 32 Cantidades de trabajo para la instalación del cerramiento	146
TABLA No. 33 Cantidades de trabajo para el Taponamiento de tubería GRP	147
TABLA No. 34 Cantidades de trabajo para el taponamiento de la tubería de acero.....	147
TABLA No. 35 Cantidades de trabajo para el taponamiento base de torres.....	149
TABLA No. 36 Cantidades para la implementación de la Barrera de Seguridad vial	149
TABLA No. 37 Cantidades para construcción de cunetas y alcantarilla para desvío de escorrentía	150
TABLA No. 38 Cantidades para el relleno de estancamiento de agua	152
TABLA No. 39 Cantidades para señalización de precaución y prohibición de ingreso	153
TABLA No. 40 Cantidades para Corte de hierros sobresalidos	154
TABLA No. 41 Volúmenes para demolición de construcciones en mal estado	154
TABLA No. 42 Cantidades para retiro de material granular.....	156
TABLA No. 43 Cantidades para el Retiro de tubería en el cauce Primavera, estructuras en piso de las L/T y tubería de acero no instalada.....	159
TABLA No. 44 Proceso de comunicación y participación.....	161
TABLA No. 45 Medidas para gestionar los riegos	162
TABLA No. 46 Orden de prioridad de la acción.	163
TABLA No. 47 Modelaciones hidráulicas río Pojom y Negro.....	166
TABLA No. 48 Modelación hidráulica río Pojom y Negro, con trasvase	167
TABLA No. 49 Modelación hidráulica río Pojom, con intervención	168
TABLA No. 50 Áreas para regeneración natural	175
TABLA No. 51 Especies de árboles recomendadas para la siembra en barrera viva	176
TABLA No. 52 Cantidades de trabajo para la regeneración natural (colocación de suelo orgánico)	178
TABLA No. 53 Cantidades de trabajo para revegetación	178
TABLA No. 54 Parámetros a monitorear de calidad de aguas superficiales	181
TABLA No. 55 Límites de referencia de parámetros de calidad de aguas superficiales	182
TABLA No. 56 Parámetros a identificar.....	184
TABLA No. 57 Límites de referencia de parámetros para identificar suelos contaminados por hidrocarburos.....	185
TABLA No. 58 Plan de monitoreo, indicadores propuestos.	187

FIGURAS

CONTENIDO

PAGINA

FIGURA No. 1: Área de estudio.....	3
FIGURA No. 2: Diagrama Metodológico.	7
FIGURA No. 3: Diagrama de flujo para la evaluación de riesgo, IEC 31010	16
FIGURA No. 4: Estructuras del proyecto GSA	19
FIGURA No. 5: Excavación de zanjas en regeneración.....	24
FIGURA No. 6: Conducción tubería de presión a casa de maquinas	27
FIGURA No. 7: Sitio de las estructuras del proyecto GSA.....	28
FIGURA No. 8: Ubicación de sumidero y riesgo de taponamiento.....	29
FIGURA No. 9: Captación Varsovia.	30
FIGURA No. 10: Captaciones del Tercer Arroyo, desarenador y vías de acceso habilitadas.....	37
FIGURA No. 11: Participantes por comunidad.....	43

FIGURA No. 12: Comunidades que participan en dialogo	45
FIGURA No. 13: Monografía punto de control geodésico.....	51
FIGURA No. 14: Procesamiento y Edición - Software Insta 360 Studio	52
FIGURA No. 15: Ejemplo de visualización en GIS	52
FIGURA No. 16: Ortofotos generadas para los 7 bloques fotogramétricos.....	53
FIGURA No. 17: Mapa Ortofoto Ixquisis.....	54
FIGURA No. 18: Mapa de curvas de nivel	55
FIGURA No. 19: Mapa de pendientes	56
FIGURA No. 20: Mapa Cobertura de la Tierra.....	58
FIGURA No. 21: Ixquisis, año 2011.....	61
FIGURA No. 22: Ixquisis, año 2014.....	61
FIGURA No. 23: Ixquisis, año 2016.....	61
FIGURA No. 24: Ixquisis, año 2024.....	62
FIGURA No. 25: Mapa del área de intervención en el año 2011	64
FIGURA No. 26: Mapa del área de intervención en el año 2014	65
FIGURA No. 27: Mapa del área de intervención en el año 2016	66
FIGURA No. 28: Mapa del área de intervención en el año 2024	67
FIGURA No. 29: Áreas sin regenerar, año 2024.....	68
FIGURA No. 30: Ubicación de Taller 1, Ixquisis	69
FIGURA No. 31: Ubicación del Taller 2, caserío San Francisco	77
FIGURA No. 32: Ubicación del Taller 3, comunidad Bella Linda	89
FIGURA No. 33: Ubicación del taller 4, comunidad Yulchén Frontera.....	96
FIGURA No. 34: Proceso seguido en la gestión de riesgo en el sitio de los proyectos GSM y GSA (ISO 31000).....	106
FIGURA No. 35: Población que puede ser afectada en caso de un colapso del macizo rocoso por presión de agua en el túnel o galería.	108
FIGURA No. 36: Tapón de roca existente	125
FIGURA No. 37: Cobertura existente en la galería del proyecto GSM.....	127
FIGURA No. 38: Zona recorrida con la población a sitio del macro deslizamiento (año 2024)	128
FIGURA No. 39: Macrodeslizamiento al noroccidente de Bella Linda	128
FIGURA No. 40: Imagen satelital del año 2011, donde se observa flujos de escombros.....	129
FIGURA No. 41: Imagen satelital de año 2011 donde se observa el movimiento de suelos en la zona de interés	129
FIGURA No. 42: Río Pojom, margen derecha, dragado	130
FIGURA No. 43: Río Pojom, margen derecha, Ataguía con núcleo de arcilla.....	130
FIGURA No. 44: Río Pojom, margen derecha, enrocado de cierre	130
FIGURA No. 45: Sellado de ingreso a captación GSM	131
FIGURA No. 46: Taponamiento de ingreso de salida captación hacia túnel.....	132
FIGURA No. 47: Tapón a ser construido al ingreso y salida del túnel o galería de conducción	133
FIGURA No. 48: Modelación de caída de bloques desde la vía hacia las viviendas de El Platanar.	134
FIGURA No. 49: Barrera colocada para detener los bloques antes de llegar a las viviendas	135
FIGURA No. 50: Detalle del efecto de la barrera.	135
FIGURA No. 51: Zona donde se tiene desprendimiento de rocas y suelo, en verde bosque que se recomienda plantar como barrera	136
FIGURA No. 52: Zona afectada con deslizamiento por apertura de zanja para colocar la tubería de presión.	137
FIGURA No. 53: Separación de las barreras en zanja con los sacos de suelo cemento.....	138
FIGURA No. 54: Sección transversal de la zanja para sector Número 1, mostrando la disposición de los sacos de suelo cemento en la barrera.....	138
FIGURA No. 55: Sección transversal de la zanja para sector 2 al 5, mostrando la disposición de los sacos de suelo cemento en la barrera.....	139
FIGURA No. 56: Sitios de ubicación de la barrera en zanjas.....	140
FIGURA No. 57: Área de reconfiguración de margen de río Negro alrededor del azud	142
FIGURA No. 58: Esquema alcantarillas metálicas (vasos comunicantes)	143

FIGURA No. 59: Alcantarilla tipo ducto cajón (vasos comunicantes).....	144
FIGURA No. 60: Esquema de cerramiento para impedir el acceso a áreas con riesgo.....	145
FIGURA No. 61: Esquema de tapón de la tubería GRP.....	146
FIGURA No. 62: Esquema para el Taponamiento de la tubería de acero	147
FIGURA No. 63: Esquema para el taponamiento de los postes cortados.....	148
FIGURA No. 64: Barrera de seguridad vial.....	149
FIGURA No. 65: Ubicación de cuneta y alcantarilla para desvío de escorrentía	150
FIGURA No. 66: Detalle de estructuras hidráulicas	151
FIGURA No. 67: Área para relleno de estancamiento de agua	152
FIGURA No. 68: Señalética de Precaución y Prohibición de ingreso.....	153
FIGURA No. 69: Áreas de derrocamiento	155
FIGURA No. 70: Área de Campamento de Contratistas.....	156
FIGURA No. 71: Restauración Morfológica, río Pojom.....	167
FIGURA No. 72: Ubicación de la alcantarilla vaso comunicantes.....	171
FIGURA No. 73: Revegetación de áreas intervenidas con esquejes de pastos.....	174
FIGURA No. 74: Áreas de Regeneración Natural	174
FIGURA No. 75: Colocación de geomanto	176
FIGURA No. 76: Sitios de muestreo de agua	183
FIGURA No. 77: Sitios de muestreo de suelos	184

FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO

PAGINA

FOTOGRAFÍA No. 1 Campamento contratistas – maquinaria quemada.....	20
FOTOGRAFÍA No. 2 Campamento contratistas, tubería quemada almacenada.....	20
FOTOGRAFÍA No. 3 Captación en el río Pojom sin concluir.....	21
FOTOGRAFÍA No. 4 Margen derecha sin borda, que permite el ingreso a la captación.....	21
FOTOGRAFÍA No. 5 Salida de la tubería de trasvase.....	22
FOTOGRAFÍA No. 6 Obra de Toma Río Negro	22
FOTOGRAFÍA No. 7 Balsa de regulación	23
FOTOGRAFÍA No. 8 Salida del túnel o galería de conducción	24
FOTOGRAFÍA No. 9 Tubería de acero abandonada	25
FOTOGRAFÍA No. 10 Tubería expuesta, por el empuje de un deslizamiento	25
FOTOGRAFÍA No. 11 Tubería de presión y zanja, hacia casa de máquinas.....	26
FOTOGRAFÍA No. 12 Zona de casa de Maquinas. Vegetación y hierros expuestos.....	27
FOTOGRAFÍA No. 13 Presencia de tubería metálica en el cauce del río Primavera.....	29
FOTOGRAFÍA No. 14 Captación - Varsovia. Tubería GRP, quemada.....	30
FOTOGRAFÍA No. 15 Captación - Varsovia. Tubería GRP, quemada.....	31
FOTOGRAFÍA No. 16 Toma 1, Tercer Arroyo.....	31
FOTOGRAFÍA No. 17 Toma 2, Tercer Arroyo.....	32
FOTOGRAFÍA No. 18 Toma 2, tubería en Tercer Arroyo	32
FOTOGRAFÍA No. 19 Tubería de salida, aguas arriba de la balsa, cubierta por la vegetación.....	33
FOTOGRAFÍA No. 20 Desarenador, un cerramiento debe ser generado para evitar caídas de personas o ganado.....	34
FOTOGRAFÍA No. 21 Recuperación natural del área donde estuvo propuesta la balsa.....	34
FOTOGRAFÍA No. 22 Área de zanjas en proceso de regeneración natural.....	35
FOTOGRAFÍA No. 23 Talud crítico, amenaza de caída de boques de piedra. Sitio portal de salida del túnel.....	36
FOTOGRAFÍA No. 24 Vía habilitada, conducción a la captación la primavera.....	36
FOTOGRAFÍA No. 25 Minas de materiales pétreos.....	38

FOTOGRAFÍA No. 26 Camino construido hacia la mina 1.	38
FOTOGRAFÍA No. 27 Estructuras de la L/T cortadas.	39
FOTOGRAFÍA No. 28 Estructuras de la L/T cortadas.	39
FOTOGRAFÍA No. 29 Estructuras usadas por la comunidad como alcantarillas.	40
FOTOGRAFÍA No. 30 Plenaria Inicial, Ixquisis	70
FOTOGRAFÍA No. 31 Participación Mapa Parlante Comunidad Ixquisis	70
FOTOGRAFÍA No. 32 Mapa Parlante Comunidad Ixquisis Grupo 1	72
FOTOGRAFÍA No. 33 Mapa Parlante Comunidad Ixquisis Grupo 2	73
FOTOGRAFÍA No. 34 Mapa Parlante Soluciones Comunidad Ixquisis Grupo 1	74
FOTOGRAFÍA No. 35 Mapa Parlante Soluciones Comunidad Ixquisis Grupo 2	74
FOTOGRAFÍA No. 36 Participación mapa parlante comunidad caserío San Francisco	78
FOTOGRAFÍA No. 37 Mapa parlante caserío San Francisco, Grupo 1	81
FOTOGRAFÍA No. 38 Mapa parlante caserío San Francisco, Grupo 1	82
FOTOGRAFÍA No. 39 Mapa parlante comunidad caserío San Francisco, Grupo 2	83
FOTOGRAFÍA No. 40 Mapa parlante comunidad caserío San Francisco, Grupo 2	84
FOTOGRAFÍA No. 41 Mapa Parlante soluciones caserío San Francisco, Grupo 1	85
FOTOGRAFÍA No. 42 Mapa parlante soluciones caserío san francisco Grupo 2	86
FOTOGRAFÍA No. 43 Participación Mapa parlante comunidad Bella Linda	90
FOTOGRAFÍA No. 44 Mapa parlante Comunidad Bella Linda grupo 1	92
FOTOGRAFÍA No. 45 Mapa Parlante Comunidad Bella Linda Grupo 2	93
FOTOGRAFÍA No. 46 Mapa Parlante Soluciones Comunidad Bella Linda Grupo 1	94
FOTOGRAFÍA No. 47 Mapa Parlante Soluciones Comunidad Bella Linda Grupo 2	94
FOTOGRAFÍA No. 48 Participación mapa parlante comunidad Yulchén Frontera	97
FOTOGRAFÍA No. 49 Mapa parlante Yulchén Frontera, grupo 1	99
FOTOGRAFÍA No. 50 Mapa Parlante Yulchén Frontera Grupo 2	99
FOTOGRAFÍA No. 51 Mapa Parlante Yulchén Frontera, Grupo 2	100
FOTOGRAFÍA No. 52 Mapa parlante Soluciones Yulchén Frontera, Grupo 1	101
FOTOGRAFÍA No. 53 Mapa parlante Soluciones Yulchén Frontera, Grupo 2	101
FOTOGRAFÍA No. 54 Cuenca del río Negro cubierta por aluviales y donde se presenta el sistema kárstico de dolinas o sifones.	105
FOTOGRAFÍA No. 55 Pobladores y personal del BID visitando sitio de flujos de escombros al norte del Platanar.	107
FOTOGRAFÍA No. 56 Pobladores indicando la alcantarilla realizada con los postes de la línea de transmisión al norte de Bella Linda.	107
FOTOGRAFÍA No. 57 Cortar varillas sobresalidas	154
FOTOGRAFÍA No. 58 Área de Campamento de Contratistas	157
FOTOGRAFÍA No. 59 Río Primavera, presencia de tubería, con riesgo de taponamiento.	158
FOTOGRAFÍA No. 60 Postes de la L/T y tubería de acero abandonada.	158
FOTOGRAFÍA No. 61 Comportamiento hidráulico del río Pojom, TR= 2 años.	165
FOTOGRAFÍA No. 62 Comportamiento hidráulico del río Negro, TR= 2 años	166
FOTOGRAFÍA No. 63 Comportamiento hidráulico del río Pojom, con intervención.	168
FOTOGRAFÍA No. 64 Humedal con vegetación, río Negro 1	169
FOTOGRAFÍA No. 65 Humedal con vegetación, río Negro 1	170
FOTOGRAFÍA No. 66 Vía Hacia Mina 1	170

ANEXOS

ANEXO A

BASE DE DATOS PARTICIPANTES

ANEXO B

MAPA TEMÁTICO

MAPA_ORTOFOTO

MAPA_AREA_ESTUDIO

MAPA_CURVAS_NIVEL

MAPA_PENDIENTES

MAPA_COBERTURA DE LA TIERRA

MAPA_COMUNIDADES

MAPA_INFRAESTRUCTURA

MAPA_ESTRUC_REMEDIACION

MAPA_AREAS_REGENERACION

INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA

ANEXO C

HIDRÁULICO

BALSA

Calibración coef_manning _Balsa

ModHidra1D_QTr2_Balsa

ModHidra1D_QTr10_Balsa

ModHidra1D_QTr100_Balsa

SimulHidra1D_QTr2-QTr10-QTr100_OtfBalsa

RIO NEGRO

Calibración coef_manning _RNegro

ModHidra1D_QTr2_RNegro

ModHidra1D_QTr10_RNegro

ModHidra1D_QTr100_RNegro

SimulHidra1D_QTr2-QTr10-QTr100_OtfRNegro

RIO POJOM

SIMUL-HIDRA_CON PROYECTO

Diseño

Diseño Rio Pojom Dragado

Diseño Sección Dragado

ModHidra1D_QTr2_RPojom-Dragado

ModHidra1D_QTr10_RPojom-Dragado

ModHidra1D_QTr100_RPojom-Dragado

SimulHidra1D_QTr2-QTr10-

QTr100_OtfRPojom-Dragado

ACAD-Tin_Pojom_CProyecto

SIMUL-HIDRA_SIN PROYECTO

Calibration coef_manning _RPojom

ModHidra1D_QTr2_RPojom

ModHidra1D_QTr10_RPojom

ModHidra1D_QTr100_RPojom

SimulHidra1D_QTr2-QTr10-QTr100_OtfRPojom

Tin_Pojom.dwg

PLANOS

ACAD-Dragado_R.Pojom-A3-1

-Dragado_R.Pojom-A3-2

ACAD-Dragado_R.Pojom-A3-3

ACAD-Enrocado Cierre_R.Pojom-A3-4

RIO PRIMAVERA

Calibración coef_manning _RPrimavera
ModHidra1D_QTr2_RPrimavera
ModHidra1D_QTr10_RPrimavera
ModHidra1D_QTr100_RPrimavera
SimulHidra1D_QTr2-QTr10-QTr100_OtfRPrimavera
Tin_Primavera.dwg

Mod_Hidráulico

CNCA_ALTARNEGRO

Alc_Cajon_5x3.5
Calib_coef_manning _Via a Mina
ModHidra1D_QTr2_AltaRNegro
ModHidra1D_QTr25_AltaRNegro
SimulHidra1D_QTr2-QTr25_AltaRNegro

CNCA_BAJARNEGRO

Secc_bateria_D=1800mm
Calib_coef_manning _Via a Mina
ModHidra1D_QTr2_BajaRNegro
ModHidra1D_QTr25_BajaRNegro
SimulHidra1D_QTr2-QTr25_BajaRNegro

PLANO

Vía Mina 1

HIDROLÓGICO

BALSA

Qs_MÉTODO RACIONAL_HUEHUETENANGO

RIO NEGRO

PARÁMETROSGML_RNEGRO
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF HUEHUETENANGO
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF SACAPULAS
CAUDALES_HUSCS_HUEHUETENANGO
CAUDALES_HUSCS_SACAPULAS
UBI_CUENCA RNEGRO-CAPTACIÓN
CNCA_RNEGRO

RIO POJOM

PARÁMETROSGML_POJOM
CAUDALES_HUSCS_HUEHUETENANGO
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF HUEHUETENANGO
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF SACAPULAS
CAUDALES_HUSCS_HUEHUETENANGO
CAUDALES_HUSCS_SACAPULAS
MAPA UBICACIÓN ECC_IDF
UBI_CUENCA-RPOJOM-CAPTACIÓN
CNCA_RPOJOM

RIO PRIMAVERA

PARÁMETROSGML_PRIMAVERA
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF HUEHUETENANGO
HIETOGRAMAS-CURVAS-IDF SACAPULAS
CAUDALES_HUSCS_HUEHUETENANGO
CAUDALES_HUSCS_SACAPULAS
MAPA UBICACIÓN ECC_IDF
UBI_CUENCA RPRIMAVERA-CAPTACIÓN
CNCA_RPRIMAVERA

	MOD_HIDROLÓGICO
	CNCA_ALTA-RNEGRO
	PARMORFOME_ALTA-RNEGRO
	HIETOG-CURVAS-IDF
	HUEHUETENAGO_ALTARNEGRO
	CAUDALES_HUSCS_ALTA_RNEGRO
	AREAS_APORT_RNEGRO-VIAMINA
	CNCA_BAJA-RNEGRO
	PARMORFOME_BAJA-RNEGRO
	HIETOG-CURVAS-IDF
	HUEHUETENAGO_BAJARNEGRO
	CAUDALES_HUSCS_BAJA_RNEGRO
	HIDROLOGIA E HIDRAULICA
ANEXO D	PLANOS GEOTECNICOS
	1 TOMA RIO POJON
	2 TOMA RIO POJON
	GALERÍA
	TAPONES
	BARRERA VIVA
	CERRAMIENTO
	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
ANEXO E	METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE RIESGOS

SIGLAS

AIDA	Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
COOSR- GUATEMALA- SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para América Latina y El Caribe.
E&R	Energía y Renovación S.A.
EEIA	Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
FTN	Franja Transversal del Norte
GNSS	Sistema Global de Navegación por Satélite
GRP	Glass Reinforced Plastic
GSA	Generadora San Andrés
GSM	Generadora San Mateo
HEC-HMS	The Hydrologic Modeling System. Programa para modelacion Hidraulica
IDF	Intensidad-Duración-Frecuencia
IEC	International Electrotechnical Commission
IGN	Instituto Geográfico Nacional de Guatemala
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INAB	Instituto Nacional de Bosques
ISO	Organización Internacional de Normalización
L/T	Línea de transmisión
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MDT	modelos digitales de terreno
MICI	Mecanismo Independiente de Consulta e Investigación
MP	Mapa Parlante
MPAS	Marco de Política Ambiental y Social BID
ONGs	Organizaciones No Gubernamentales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIX4D	Software de mapeo agrícola para analizar cultivos
PNC	Policía Nacional Civil
PPK	Post procesamiento Cinemático
RT	Recorrido Territorio
TR	periodo de retorno
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	Sistema de referencia geodésico

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Los proyectos hidroeléctricos Generadora San Mateo (GSM) y Generadora San Andrés (GSA) fueron desarrollados como iniciativas de generación de energía renovable; se basan en un diseño de plantas de pasada que aprovecha los recursos hídricos de los ríos Negro y Pojom para GSM y los ríos Primavera, Varsovia y Tercer Arroyo (o Palmira) para GSA. Con capacidades instaladas de 20 MW y 10,65 MW, respectivamente, ambos proyectos incluían no solo la construcción de las plantas hidroeléctricas, sino también la instalación de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas para conectar la generación al sistema eléctrico nacional.

Los referidos proyectos obtuvieron una línea de financiamiento del BID Invest. Sin embargo, la operación ha sido inconclusa, razón por lo cual se considera necesario identificar potenciales pasivos ambientales y sociales con el objeto de informar a los actores relevantes sobre las recomendaciones técnicas para que puedan tomar las medidas adecuadas, procurando evitar daños al medio ambiente y a la sociedad¹. Estos estudios complementan el estudio realizado en abril 2022 por los consultores técnicos contratados por BID Invest titulado ASESORÍA TÉCNICA SOBRE RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y CULTURAL DEL SITIO DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS GENERADORA SAN MATEO S.A. (“GSM”) / GENERADORA SAN ANDRÉS S.A. (“GSA”) disponible en el siguiente link: <https://www.idbinvest.org/en/projects/generadora-san-mateo-sa>.

El 12 de octubre de 2021, BID Invest y los prestatarios de los proyectos firmaron acuerdos de transacción relacionados con la liquidación de la deuda, previamente aprobada por el Directorio del BID. Tras estos acuerdos, BID Invest dejó de financiar los proyectos GSM y GSA. Sin embargo², con base a la aprobación del Directorio, BID Invest asumió un compromiso para implementar un Plan de Acción orientado a abordar los problemas identificados en el proyecto.

Como parte del Plan de Acción, en el 2022 BID Invest contrató a una firma regional experta para asesorar en la restauración de las áreas físicas afectadas por los proyectos. Los resultados de estos esfuerzos buscan establecer un camino hacia la mitigación de riesgos y promover la sostenibilidad de los ecosistemas. Sobre la base de este estudio del 2022, BID Invest contrató la complementación del estudio realizado que incluya el requerimiento de los solicitantes que requieren “medidas urgentes de prevención y gestión del riesgo y restauración ambiental en la Microrregión de Yichk’isis por parte del BID Invest en el marco del Plan de Acción Caso MICI-CII-GU-2018”, y piden énfasis en las comunidades de Platanar y Bella Linda. Como

¹ Como fue acordado con los solicitantes del caso MICI, estos estudios y acciones de campo fueron pagados en su totalidad por BID Invest como parte de un ajuste al plan de acción aprobado por el Directorio. Sin embargo, la implementación de las recomendaciones de los estudios/planes no serán realizados por BID Invest y no forman parte del plan de acción aprobado.

² En agosto de 2018, el MICI recibió una solicitud relacionada con los Proyectos Generadora San Mateo y Generadora San Andrés S.A por parte de autoridades comunales y ciudadanos de Ixquisis. En la Solicitud se alegaba que los Proyectos habían generado impactos ambientales, sociales, de seguridad y de género que habían afectado a los habitantes de la zona de influencia. Terminada la investigación, el Informe de Verificación de Observancia de los Proyectos del MICI identificó presuntos incumplimientos de las políticas de salvaguardias sociales y medioambientales por parte de BID Invest. Para responder a las recomendaciones incluidas en informe del MICI, BID Invest ha preparado un Plan de Acción del proyecto que fue aprobado por el Directorio Ejecutivo de BID Invest.

parte de este requerimiento se solicita considerar los siguientes cuatro alcances: 1) Elaborar un estudio de caracterización del riesgo; 2) Elaborar un plan de trabajo con acciones concretas para mitigar o eliminar los riesgos; 3) Elaborar un plan de restauración ecológica; 4) Presentar un plan de monitoreo a las acciones presentadas de acuerdo a la categorización de riesgo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de la consultoría es realizar una serie de estudios sociales y técnicos, con metodologías participativas, que permitan definir las acciones a tomar, de manera concreta, en función de una caracterización de riesgos producto de “las obras inconclusas de los proyectos Generadora San Andrés y Generadora San Mateo”. Los resultados de estos estudios serán un insumo para que las Instituciones y/u Organizaciones relevantes tomen las acciones y medidas pertinentes, de acuerdo con su responsabilidad y competencia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar los procesos de diálogo comunitario, para las poblaciones de Ixquisis, San Francisco³, Bella Linda y Yulchén Frontera, en coordinación con los representantes de las comunidades y líderes comunitarios relacionados con los Reclamantes, tomando en cuenta los acuerdos en tiempos y priorizando la escucha activa a los miembros de las comunidades afectadas, esto, con el objetivo de identificar y valorar los posibles riesgos percibidos por la comunidad por las obras inconclusas;
2. Elaborar una base geográfica a partir de un mapeo del territorio objeto del estudio que sirva como base para identificar riesgos, medidas para su mitigación y recomendar acciones para la restauración ecológica;
3. Realizar un estudio de caracterización de riesgo que identifique la infraestructura abandonada e inconclusa con un enfoque particular en las comunidades de Platanar y Bella Linda;
4. Realizar un plan de trabajo con acciones para mitigar o eliminar cada uno de los riesgos identificados en el estudio de categorización de riesgos por las obras inconclusas;
5. Proponer un programa de restauración ecológica de las áreas de implantación del proyecto para que la entidad responsable por su implementación puede tomar las acciones correspondientes;
6. Proponer un programa de monitoreo que permita el seguimiento de la propuesta para comprobar que las acciones incluidas en el plan de trabajo y en la propuesta de restauración ecológica se lleven adelante.

³ La agenda inicial, tenía como sitios de Taller: Ixquisis, El Plantar, Bella Linda, sin embargo, por gestión de los Solicitantes se incrementa un taller en Yulchén Frontera y se cambia el taller inicialmente propuesto en El Platanar a el Caserío San Francisco.

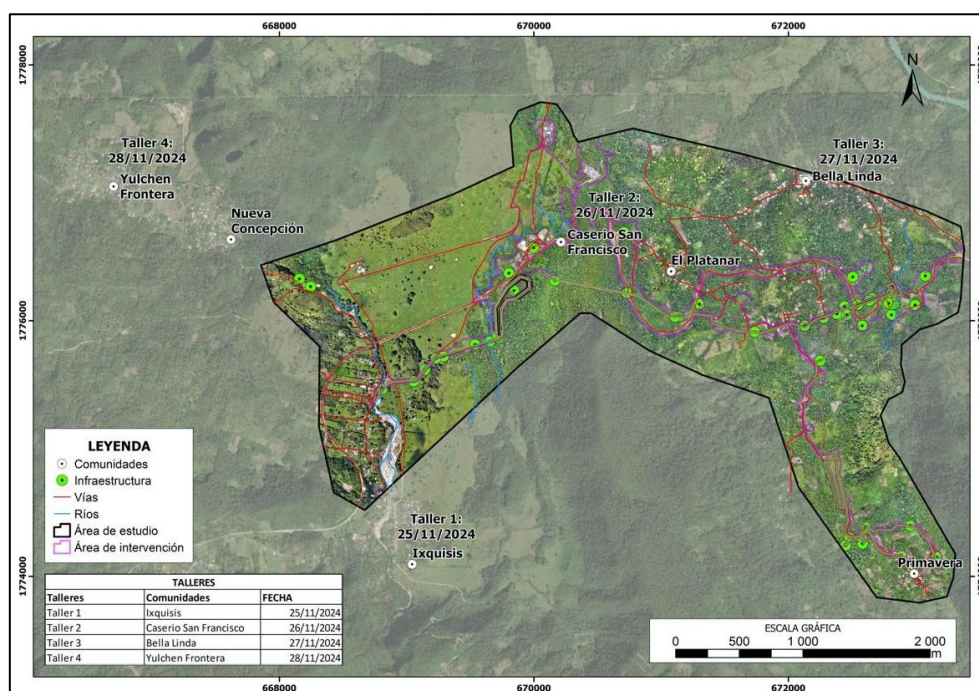
El presente estudio se realiza sobre la base de lo realizado en el 2022, en el documento, Remediación Ambiental y Cultural del sitio de los Proyectos Hidroeléctricos Generadora San Mateo S.A. (“GSM”) / Generadora San Andrés S.A. (“GSA”).

3. ALCANCE

El proyecto hidroeléctrico GSM y GSA presenta una “para indefinida”, dicha para, ha provocado la posibilidad de que existan riesgos inducidos por las obras abandonadas. Este documento presenta la investigación en campo, sobre la base de una metodología participativa y la realización de modelos técnicos que permitan identificar los riesgos y caracterizarlos, proponiendo medidas para mitigar los mismos.

La presente consultoría define como un alcance espacial la zona de Ixquisis que se encuentra en el departamento de Huehuetenango, Guatemala, en la frontera con México, alrededor de las coordenadas geográficas 16°03'11.2" N / 91°25'09.6" W. El área de estudio abarca 1010 hectáreas y se definió en función de las obras abandonadas y los posibles efectos del proyecto hidroeléctrico GSM y GSA, además, se incluyen las zonas donde se construyó y donde ejerció influencia física el proyecto.

FIGURA No. 1: ÁREA DE ESTUDIO.



Elaboración: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Los talleres de diálogo comunitario, se realizaron en Ixquisis, San Francisco, Bella Linda y Yulchén Frontera; los trabajos de campo técnicos se realizaron dentro del área de investigación o área de estudio que corresponde a las 1010 ha. El trabajo de campo se realizó entre el 25 y el 28 de noviembre del 2024.

4. LIMITACIONES

El presente documento tiene como principal limitación, la definición de que el proyecto está inconcluso y abandonado, por lo que se analizará los riesgos desde la óptica de infraestructura inconclusa y abandonada, sin considerar en el análisis de riesgos la posibilidad de que el proyecto se ejecute.

4.1. SOCIALES

La organización y convocatoria de los participantes en los diálogos comunitarios estuvo a cargo de los grupos representantes de los Reclamantes, por lo que las consultas no incluyeron la participación y percepción de la población local que no está asociada a estos grupos; alrededor del 33% de las personas asistentes participaron en más de un taller. (ver Capítulo 7.1.1 Nivel de Participación)

La participación de habitantes de las comunidades⁴ donde se realizó el taller se resume a continuación: taller de Ixquisis, el 4,3% de los participantes fue de Ixquisis; en el taller C. San Francisco el 16,9% fue de la C. San Francisco; en el taller de Yulchén Frontera el 50,7% fue de Yulchén Frontera y en el taller de Bella Linda el 84,3% fue de Bella Linda. Este nivel de participación determinó que el objetivo de la propuesta metodológica de mapas parlantes - que consistió en recoger de manera gráfica la percepción de las personas participantes sobre el territorio local respecto a riesgos (Poblaciones de El Platanar, Ixquisis, la Primavera), sobre la base del fortalecimiento de su identidad y sentido de pertenencia - se cumpla parcialmente, puesto que hubo una importante participación de personas de fuera de estas comunidades. El porcentaje de personas ubicadas fuera del área de estudio que corresponde a la zona donde se tendrían los riesgos fue del 38%.

A pesar de que los talleres estaban diseñados para recoger las percepciones locales de cada una de las comunidades, se buscaba que cada comunidad hablase por sí misma, la presencia mayoritaria de habitantes de Bella Linda en cada sesión pudo haber reducido la visibilidad de los intereses y preocupaciones específicas de las otras poblaciones.

La presencia de estructuras abandonadas en propiedad privada, determinan que las acciones propuestas en este documento sean factibles si el propietario da su autorización o si así lo es requerido por la autoridad competente.

Presencia de un conflicto social en estado “pasivo” en el área del proyecto, que impide la ejecución de mayores actividades en el área, sin un proceso previo de diálogo e información a toda la comunidad.

⁴ En la convocatoria participó el Gobierno Ancestral Plurinacional de las Naciones Originarias Maya Akateko, Maya Chuj, Maya Popti' y Maya Q'anjob'al, y se contó con la participación en los talleres de personal de la Organización de Naciones Unidas Guatemala; de la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA); de la Plataforma Internacional Contra la Impunidad; del Mecanismo Independiente de Consulta e Investigación del BID (MICI).

4.2. TÉCNICAS

Falta información técnica del Proyecto, debido a que actualmente no existe relación entre BID Invest y la empresa. No se tuvo acceso a informes técnicos, a planos, ni a modelaciones hidrológicas, por lo que fue necesario realizar un levantamiento topográfico aéreo, nuevos modelos y obtener datos de geotecnia y de hidrología; además, se revisaron normativas y se recopiló información.

Limitado tiempo de investigación en campo debido a las condiciones de seguridad de la zona y recursos logísticos (tiempos de viajes, movilizaciones internas, condiciones de clima). Hubo disponibilidad de la comunidad para acompañamiento a los sitios, siendo los lugares en donde se hicieron inspecciones conjuntas comunitarias - técnicas, definidos y priorizados por la comunidad.

5. METODOLOGÍA

El proceso metodológico tuvo varias etapas:

Primera fase: Fase de campo

Involucró la realización de talleres para recabar los criterios de la comunidad sobre la base de mapas parlantes, se incluyó en la primera reunión un taller inicial en la cual los líderes se expresaron libremente en un espacio no restringido en tiempo y temática.

Otra actividad importante fueron las inspecciones técnicas con acompañamiento de líderes comunitarios, donde se visitaron todos los sitios que la comunidad requirió, recibiendo el criterio de la comunidad sobre los riesgos presentes o posibles; al igual que se tuvo a los especialistas recabando la información en campo, por cada especialidad.

En esta fase se realizó la fotografía aérea con puntos de control y la fotografía 360°, con el objetivo de tomar improntas del estado de los sitios y registrarlos para su análisis posterior, al igual que la realización de la topografía aérea, que permite identificar las características morfológicas del área, proceso necesario para la modelación hidráulica – geotécnica y la generación de mapas temáticos sobre una cartografía base, permitiendo registrar la cobertura de la tierra y las pendientes del área.

Segunda Fase: Caracterización de riesgo

La evaluación del riesgo se basa en una metodología multicriterio que combina los riesgos identificados por la comunidad y los identificados por los especialistas a fin de obtener una sistematización única que sirva para la caracterización de riesgos. Los elementos a considerar en la evaluación multicriterio permiten una ordenación prescriptiva y son los siguientes:

Objetivo: tiene que ver primero con la identificación de todos los riesgos relacionados con los proyectos con el proyecto GSM y GSA, para luego obtener el nivel de riesgo.

Limitantes: el caso ha tenido varias fases en la identificación y seguimiento del proceso llevado por el MICI que no son analizados, corresponde al presente estudio actualizar y puntualizar el Plan de Trabajo o Plan de Acción presentado en el 2022, bajo las condiciones actuales del territorio.

Regla de Decisión: se presenta como regla de decisión una variante del método de evaluación de los riesgos con base en la Norma ISO 31010. Incluye un componente social, cumpliendo con los objetivos del estudio.

Evaluación: es el resultado del método y contiene la aplicación de las reglas de decisión.

Esta fase incluyó el diseño de las medidas propuestas para eliminar o mitigar los riesgos, que serán consideradas en los Planes de Trabajo y Restauración Ecológica.

Tercera Fase: Productos

Con los hallazgos del estudio de categorización de riesgos se elaboran los siguientes documentos:

Estudio de caracterización del riesgo: que incluye la sistematización del proceso de identificación y caracterización del riesgo. Incluye una sistematización de los resultados para su consideración de acciones que serán parte del plan de trabajo.

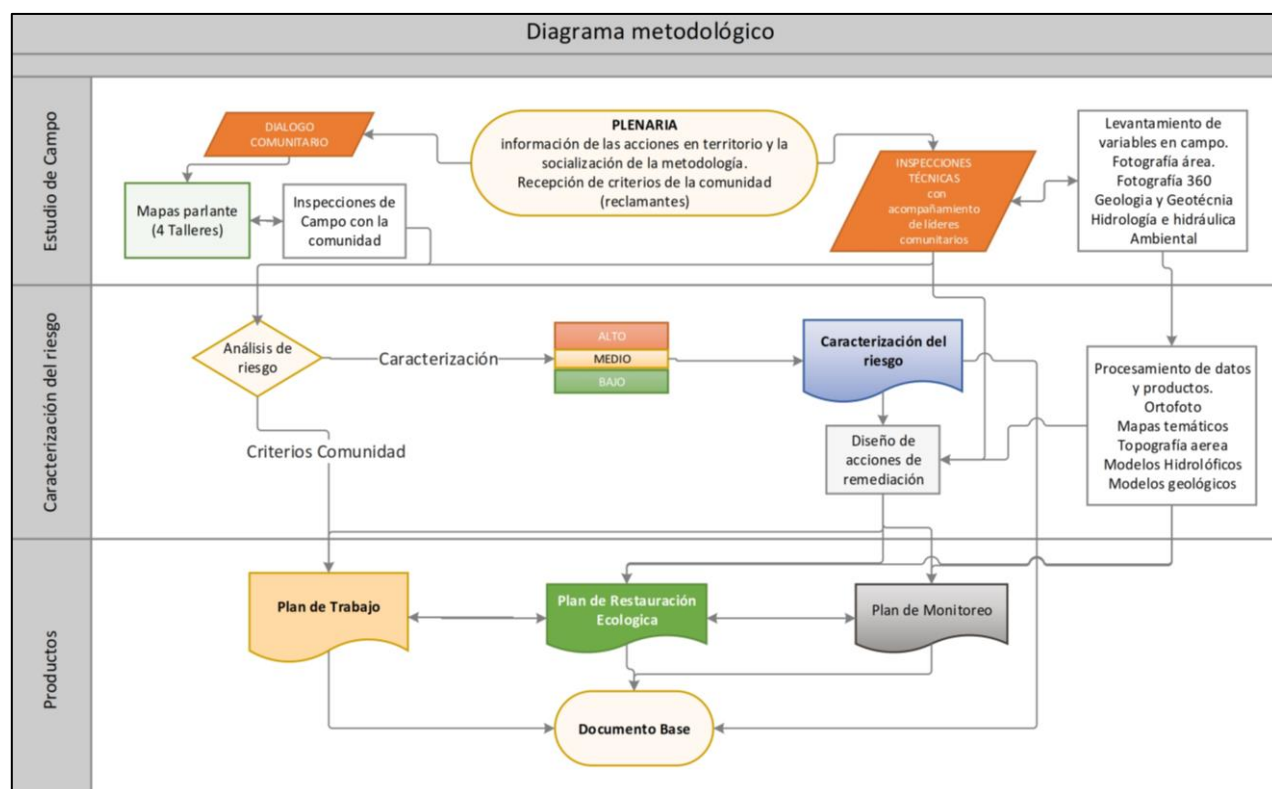
Plan de Trabajo: Con base a los hallazgos de campo y la caracterización de riesgos realizada se establecerán las medidas y acciones correctivas necesarias para actuar sobre los riesgos determinados, eliminando o disminuyendo riesgos e impactos al entorno. Se definirá la prioridad de acciones propuestas, según los riesgos.

Plan de Restauración Ecológica: Se trata de actuar en territorio, con el objeto de obtener condiciones ecológicas “similares o mejores” a la condición del área antes de que se realice ninguna actividad del proyecto.

Plan de Monitoreo: En este plan se dan recomendaciones que permitan verificar con regularidad las acciones y cambios ambientales en el proceso previo y en la ejecución de las acciones descritas en los Planes presentados en el presente documento y en la verificación de sus efectos.

A continuación, se describe el diagrama metodológico que toma en cuenta las fases descritas:

FIGURA No. 2: DIAGRAMA METODOLÓGICO.



Elaboración: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

A continuación, se describe la metodología para cada actividad propuesta.

5.1. DIÁLOGO COMUNITARIO (MAPAS PARLANTES)

En la visita se realizó como primer taller en Ixquisis una plenaria en la que se informó a las comunidades locales sobre el objetivo y alcance de los trabajos y se solicitó el acompañamiento en las inspecciones; además, se facilitó un entorno seguro y culturalmente apropiado⁵ para que las partes interesadas locales expresaran sus preocupaciones, necesidades y expectativas. Varios participantes, hablantes de Q'anjob'al y Chuj, tenían limitaciones para expresarse y comprender el español, lo que podría restringir su plena participación; por lo tanto, se acordó con los reclamantes el contar con dos traductores que acompañaron todas las actividades realizadas. Este proceso fue clave para construir confianza, reducir tensiones y asegurar que las medidas propuestas sean aceptadas y apoyadas por las comunidades (Taller Inicial, Plenaria); existieron también plenarias iniciales en los talleres realizados en Bella Linda y en Yulchén Frontera. El objetivo principal de los talleres de diálogo comunitario consistió en promover una participación efectiva de la comunidad en la identificación y resolución de los riesgos asociados a las obras inconclusas de los proyectos GSM y GSA. Para ello, se elaboraron

⁵ El entorno seguro y culturalmente apropiado fue el resultado tanto de la metodología aplicada, como del compromiso de los participantes y todos los intervinientes entre ellos: líderes comunitarios; dirigentes del Gobierno Ancestral Plurinacional de las Naciones Originarias Maya Akateko, Maya Chuj, Maya Popti' y Maya Q'anjob'al; personal de Naciones Unidas Guatemala; miembros de la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA) y de la Plataforma Internacional Contra la Impunidad; y, delegados del Mecanismo Independiente de Consulta e Investigación del BID (MICI). Además, BID Invest contrató dos traductores para facilitar la comunicación. La comunidad y las organizaciones que asistieron a los talleres mantuvieron plena predisposición para intervenir y expresarse libremente.

mapas parlantes que reflejan los criterios, preocupaciones y perspectivas de los habitantes locales. Este documento no solo sirvió para categorizar los diferentes niveles de riesgo identificados, sino también para establecer un plan de acción basado en un enfoque inclusivo y participativo que permitiera mitigar los peligros, ajustándose a las realidades y necesidades específicas del contexto social y territorial; partiendo de la premisa de que las comunidades no son entidades pasivas, sino actores dinámicos y conscientes de sus necesidades, que poseen un conocimiento local valioso sobre las condiciones del territorio y los riesgos presentes en su entorno.

El propósito permitió construir un documento que no solo tomase en cuenta las inquietudes de la comunidad, sino que también se convirtiera en el punto de partida para que articule un proceso de colaboración y diálogo continuo entre los distintos actores sociales: autoridades locales, organizaciones comunitarias, expertos técnicos y los propios habitantes. Este documento se constituye en una herramienta de integración que puede permitir una comprensión compartida de los riesgos derivados de las obras inconclusas, promoviendo una visión conjunta que considera tanto los aspectos técnicos como los aspectos sociales, culturales y económicos.

5.1.1 Metodológica Social

5.1.1.1 Metodología Social utilizada: mapas parlantes

El uso de mapas parlantes como una técnica participativa, buscó recolectar la percepción y el conocimiento de los miembros de la comunidad (locales) sobre su territorio y sobre los riesgos sociales presentes. Esta metodología permitió la adaptación a un entorno social conflictuado con limitaciones de recursos, espacios y tiempo, logrando priorizar el enfoque práctico y la participación comunitaria efectiva.

5.1.1.2 Objetivo de los mapas parlantes

El objetivo del concepto de "mapas parlantes" es utilizar una representación gráfica del territorio elaborada por los propios miembros de la comunidad, con el fin de identificar diversos ejes de análisis de manera colectiva. Por ejemplo, permite observar la infraestructura presente y cómo esta afecta o beneficia a la comunidad. Estos mapas pueden variar en complejidad, adaptándose al imaginario de los habitantes, desde representaciones sencillas que incluyen localizaciones de asentamientos, servicios o infraestructuras, hasta representaciones más detalladas que reflejan las diversas situaciones y problemáticas que enfrenta la comunidad.

Este ejercicio tiene una profunda intención para el investigador social, ya que busca que los actores se representen a sí mismos, sus orientaciones e intereses. Así, se promovió una auto observación crítica y reflexiva, una observación de segundo grado, que permitió conocer el riesgo que percibe la comunidad y sus propuestas.

5.1.1.3 Etapas de la Metodología Ejecutada

- **Introducción con los participantes:**

- a) Presentación del equipo de trabajo.
- b) Dinámica de integración con los participantes: los participantes formaron un círculo. Cada persona se presenta con su nombre y responde a la pregunta: "¿Qué es lo que más te gusta de tu comunidad?"

- c) Explicar la importancia del taller mapa parlante y el propósito de la actividad, destacando la importancia de la participación de la comunidad
- d) Exposición de los mapas parlantes: se estableció la directriz que es importante en la exposición: todo el grupo participa y no exista un solo expositor.
- e) Visión general de las actividades del día:
 - Desarrollo del mapa parlante, riesgos y problemáticas.
 - Verificación en campo de los principales riesgos identificados

- **Elaboración del mapa parlante**

a. **Objetivo:** Construir colectivamente el mapa del territorio a partir de las percepciones y conocimientos de los participantes.

b. **Acción:**

- Se conformaron dos grupos de trabajo representativos de actores sociales clave (10-12 personas) que estuvieran familiarizados con el territorio entre líderes comunitarios, residentes y personas con conocimientos sobre la problemática a partir de la construcción del proyecto hidroeléctrico.
- Mapa Básico. Se entregó a los participantes un mapa base del territorio.
- Se presentó, a los participantes, preguntas guías para ejecutar el mapa parlante:
 - ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan las comunidades debido a estas obras inconclusas?
 - ¿Cuáles son las áreas con riesgos?
 - ¿Los eventos tienen relación con la presencia de la infraestructura inconclusa?
 - ¿Cómo los han resuelto hasta el momento?
 - ¿Cuál es su horizonte de futuro?
- Representación Colectiva. Los participantes marcaron en el mapa las principales características del territorio: lugares relevantes, escuelas, viviendas, áreas con problemas que perciben como riesgosas y la descripción de riesgos sociales como resultado de la presencia de la infraestructura del proyecto hidroeléctrico.
- Identificación de problemas presentes y futuros en relación con la estructura física del proyecto.
- Priorización de los principales problemas.

c. **Exposición:**

- Presentación: cada grupo tuvo de 15 a 20 minutos para presentar sus mapas parlantes y sugerencias de cómo solucionar el problema presentado. El caso de los mapas parlantes tuvo como objetivo el uso de una representación gráfica del territorio construida por los miembros de la comunidad, permitiendo identificar diferentes ejes, pero de manera colectiva; este mapa sencillo o complejo registró el imaginario de la comunidad, en tal sentido, en el mapa parlante los actores se representan a sí mismos, sus orientaciones e intereses; lograr esa auto-observación, una observación de segundo grado, reflexiva, crítica, permitió conocer el riesgo social de la comunidad y sus propuestas.

5.2. INSPECCIONES TÉCNICO AMBIENTALES

5.2.1 Aspectos a considerar en campo

La realización de las inspecciones de campo en compañía de personas de la comunidad, permitió determinar el estado de las obras y/o edificaciones y valorar las condiciones presentes, con el objetivo de: sobre la base de un sistema experto, proponer las acciones que eliminen riesgos ambientales y sociales, además de realizar el mapeo en territorio, visualizando los potenciales impactos y riesgos ambientales.

Esta actividad se justifica como un paso crítico para abordar los riesgos físicos y socioambientales asociados a la infraestructura y los materiales abandonados tras la suspensión de las obras, así como para garantizar un proceso de participación significativa de las comunidades locales involucradas.

En primer lugar, la visita de campo fue necesaria para realizar una evaluación directa e integral del estado actual del sitio del proyecto. Este diagnóstico permitió identificar de manera detallada y precisa los riesgos ambientales y físicos que representan las estructuras incompletas, materiales arrastrados a los ríos y maquinaria abandonada. Estos elementos pueden representar una amenaza para la seguridad de las comunidades locales, y también pueden constituir un riesgo potencial para el medio ambiente.

En segundo lugar, la visita se convirtió en un espacio fundamental para fortalecer el diálogo con las comunidades que están en el área y vivieron el proceso ejecución y suspensión de los proyectos hidroeléctricos, lo que hace indispensable garantizar su inclusión activa en la planificación y toma de decisiones.

Además, la visita de campo brindó la oportunidad de recopilar evidencias visuales mediante fotografías y videos que complementen la documentación técnica y respalden las recomendaciones derivadas de los estudios. Este material es esencial para comunicar de manera efectiva los hallazgos y las propuestas, tanto a las comunidades locales como a las instituciones responsables de implementar las acciones correctivas.

El objetivo, además de la evaluación técnica, también fue recopilar información valiosa sobre las posibles vulnerabilidades que las comunidades han observado en las obras hidráulicas y sus alrededores, lo que permitió enriquecer el diagnóstico de riesgos. Además, se buscó identificar posibles medidas de mitigación que puedan implementarse para reducir los riesgos identificados, priorizando aquellas soluciones que sean técnicamente viables y socialmente aceptadas por las comunidades locales.

Este alcance de la visita de campo proporcionó una base sólida para la elaboración del presente informe, en el cual se combina los resultados de la inspección técnica con las perspectivas y sugerencias de las partes interesadas locales, garantizando una intervención que no solo sea adecuada desde el punto de vista técnico, sino que también sea sensible a las necesidades y preocupaciones de las comunidades.

5.2.2 Hidrología

Un factor desencadenante de los riesgos es el flujo de agua, de allí la necesidad de contar con estudios hidrológicos cualitativos y cuantitativos. El profesional inspeccionó en campo los

cuerpos de agua naturales y artificiales, la morfología de los cauces, las condiciones de la cuenca, las estructuras y escombros en los cauces, la presencia de materiales extraños; es decir las condiciones naturales y antrópicas que caracterizan la dinámica fluvial.

Con la información de campo, y previo a la modelación matemática hidráulica para evaluación de las infraestructuras existentes, se realizó un estudio básico de la hidrología del sector aplicado específicamente a la obtención de los caudales máximos por precipitación-escorrentía ya que no se cuenta con estaciones hidrométricas cercanas al sector, para lo cual se realizó un estudio hidrológico básico orientado a determinar los caudales máximos generados por precipitación-escorrentía (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**)

Se utilizaron las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de la región franja transversal norte, obtenidas de dos estaciones climáticas con registros pluviógrafos diarios analizados, administradas por el INSIVUMEH. Las estaciones consideradas fueron Chutinamit (Sacapulas) y Huehuetenango, de las cuales se seleccionó la segunda debido a su ubicación más cercana al sitio de implantación, mayor número de años analizados y cota de elevación más representativa. Esta información permitió garantizar mayor confiabilidad en la determinación de los caudales.

No	Estación climática	Cuenca	Municipio	Departamento	Elev. msnm	Norte	Este	Años analizados
23	Chutinamit (Sacapulas)	Salinas	Sacapulas	Quiche	1196	1691424	704855	2003-2010
24	Huehuetenango	Selegua	Malacatancito	Malacatancito	1902	1693867	660715	1986-2011

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

A través de modelos digitales de terreno (MDT) obtenidos en la plataforma Landviewer en formato ráster, con resolución de 5 metros por píxel, y mediante el uso del software HEC-HMS 4.11, se delimitó la extensión de las cuencas y se trazaron las redes hidrográficas. Este proceso permitió calcular parámetros morfométricos clave, tales como:

- Área de la cuenca.
- Perímetro y longitud axial.
- Relieve y tiempo de concentración.

Cota máxima y mínima en los sitios de captación de los ríos Pojom, Negro y Primavera.

Con los datos recopilados, se generaron hietogramas utilizando el método de bloques alternos. Este procedimiento permitió determinar la precipitación neta y su duración efectiva para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años. Estos periodos son fundamentales para establecer el diseño hidráulico y evaluar los escenarios de riesgo bajo diferentes condiciones de retorno.

Los resultados obtenidos proporcionaron una visión integral del comportamiento hidrológico de las cuencas y constituyeron la base para el diseño hidráulico y la evaluación de las infraestructuras existentes y propuestas. Dichos resultados, incluyendo tablas y gráficos detallados de los hidrogramas generados, se presentan en los adjuntos correspondientes al **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**.

5.2.3 Ingeniería hidráulica

La participación del experto hidráulico en campo fue esencial ya que se determinaron los riesgos de cada obra hidráulica abandonada sobre la base de evidencia tangible en territorio, lo que permitió contextualizar el riesgo y definir acciones u obras necesarias para cada elemento.

La visita de campo estuvo orientada a la evaluación detallada de los componentes hidráulicos de la infraestructura del proyecto, tanto en su estado actual como en relación con los riesgos físicos y operativos que plantea la infraestructura inacabada y los materiales abandonados. Esta visita se llevó a cabo con el objetivo de identificar las condiciones actuales de las obras hidráulicas y su interacción con el entorno local, particularmente en términos de seguridad hídrica, estabilidad de las estructuras y riesgos derivados de la falta de mantenimiento o culminación de las obras.

Con la información de campo y resultados hidrológicos se aplicó la siguiente metodología de procesamiento para el desarrollo matemático hidráulico 1D, considerando las características geométricas e hidráulica de la infraestructura existente (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**):

- Preparación de la geometría
- Configuración y calibración en HEC-RAS 6.4.1
- Simulación hidráulica
- Generación de huellas de inundación

Esta metodología se aplicó a los siguientes componentes hidráulicos del proyecto:

- Balsa de Regulación: caracterización de la microcuenca artificial, análisis del caudal y comportamiento hidráulico, condiciones ambientales y su impacto, consideraciones para la operación y mantenimiento.
- Río Negro: caracterización de la cuenca del Río Negro, comportamiento hidráulico en eventos extremos, impactos por las infraestructuras hidráulicas.
- Río Pojom: Caracterización de la cuenca del Río Pojom, comportamiento hidráulico en eventos extremos, diseño conceptual para la restauración morfológica (dragado), modelación matemática y resultados.
- Río Primavera: Caracterización de la cuenca del Río Primavera, comportamiento hidráulico en eventos extremos, riegos de la tubería abandonada presente en el río.

5.2.4 Ingeniería Geológica y Geotecnia

En campo se observó que las condiciones naturales como litología de los estratos superiores (poco consistentes), la fuerte pendiente y la humedad relativa del suelo como factores intrínsecos o pasivos de la peligrosidad, que pueden ser agravados por la presencia de acciones antrópicas, en este caso las obras inconclusas de los proyectos GSM y GSA, que pudieran ser factores desencadenantes de los Fenómenos de remoción en masa FRM.

5.2.5 Vulnerabilidad Física

Las Naciones Unidas define como vulnerabilidad física “*la propensión de un sistema a sufrir daños debido a su interacción con procesos externos e internos, potencialmente peligrosos. Es una propiedad relativa de los sistemas, esto significa que el grado de vulnerabilidad depende de la amenaza a la que esté expuesto el sistema*”. Para efectos prácticos, la vulnerabilidad es un atributo independiente del peligro, y en el caso de los proyectos GSM y GSA depende de las características de las obras inconclusas, deterioro de los materiales y nivel de percepción del peligro. El objetivo de una evaluación de vulnerabilidad es encontrar una relación entre las intensidades de los fenómenos y los daños o pérdidas probables de los bienes en un lugar de interés. Para obtener la información de vulnerabilidad, se trabajó con los siguientes indicadores:

- Características de la infraestructura presente o en posible riesgo
- Información sobre tipo y gravedad de daños ocurridos en eventos pasados

Considerando estos indicadores, en la visita se identificaron las características actuales de la infraestructura y de la inspección, esto, sumando a los datos de los pobladores, se obtuvo la información sobre el tipo y gravedad de daños ocurridos y en los que existe rezagos.

Con la información obtenida, la evaluación de la vulnerabilidad que se realizó identifica índices de vulnerabilidad. Considerando que la vulnerabilidad es el porcentaje del valor – entendiéndose como valor al número de vidas, costo material de una obra o costo de la capacidad productiva que podría perderse por efecto de un fenómeno destructivo.

5.3. GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA BASE

Se trata de elaborar una base geográfica del área de estudio que sirva como fundamento para recomendar acciones para la restauración de espacios físicos afectados por la construcción de los proyectos o instalaciones asociadas.

5.3.1 Marco geográfico de georreferencia

El marco geodésico de referencia utilizado en este proyecto se basa en la red geodésica oficial del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Guatemala, siguiendo la normativa geográfica establecida en el "Manual de Normas y Procedimientos del Instituto Geográfico Nacional 'Ing. Alfredo Obiols Gómez'" de febrero de 2009.

- **Marco de referencia horizontal**
 - **Sistema de referencia geodésico:** WGS84
 - **Datum:** ITRF2008
 - **Época de referencia:** 2022-01-19 12:00:00
 - **Elipsoide de referencia:** GRS80 (WGS84)
 - **Proyección:** UTM Zona 15 Norte
- **Marco de referencia vertical**

El datum vertical adoptado corresponde al Nivel Medio del Mar en Puntarenas, Costa Rica.

5.3.2 Generación del componente geográfico actual

Para generar una base geográfica georreferenciada como un componente del escenario geográfico actual y obtener cartografía base y temática por drones y cámaras esféricas 360, se aplicaron los siguientes pasos:

a) Geodesia

- Planificación Geodésica: se definió el marco geodésico como base del estudio e implementar un punto de control geodésico en campo.
- Levantamiento de Puntos de Control: Se utilizaron equipos GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) para obtener coordenadas precisas.
- Ajuste y Validación: se realizaron ajustes de red con el sistema de monitoreo continuo COOSR- GUATEMALA- SIRGAS y validación de la precisión de puntos de control y base para el vuelo.

b) Generación de Vuelos por Dron y Ortofoto

- Planificación de Vuelos: se diseñaron las rutas de vuelo del dron, asegurando una cobertura completa del área de interés: ver en la figura de área de estudio.
- Captura de Imágenes: se realizaron los vuelos con drones fotogramétricos equipados con cámaras de alta resolución y capacidades PPK.
- Procesamiento de Imágenes.

c) Foto 360, sobre plataforma vehicular.

- Captura de Imágenes 360°: se utilizaron cámaras esféricas Insta 360 para capturar imágenes y recorridos de video georreferenciado en puntos estratégicos.
- Procesamiento y Edición: se procesaron las imágenes para corregir distorsiones y mejorar la calidad visual.
- Integración en el Sistema: se incorporaron las fotos 360 en la base de datos geoespacial para su visualización y análisis.

d) Generación de Cartografía Base y Temática

- Cartografía Base: se crearon mapas base que incluyan elementos como edificaciones, hidrografía, elementos de infraestructura construida y abandonada.
- Cartografía Temática: se desarrollaron mapas temáticos que representen datos específicos como, altimetría, mapa de infraestructura categorizada, etc.
- SIG: se validó la información y calidad de los mapas generados para establecer un sistema de información geográfica, para incluir mapas de los varios profesionales que participaron, con sus temáticas asentadas en el territorio actual, que permitieron analizar datos, áreas y recomendaciones puntuales para el proyecto.

5.3.3 Procesamiento y generación de mapas

A la fotografía aérea tomada se aplicó el procedimiento para el Geotageo o corrección posicional y uso del algoritmo de PPK (Post procesamiento Cinemático) que fue realizado en el software RedCatch.

Con las fotos aéreas geo etiquetada se procedió a la generación de la ortofoto, que consiste en transformar las imágenes aéreas en una representación plana y con la geometría corregida del terreno, libre de distorsiones causadas por la perspectiva, la curvatura de la tierra o la altitud de vuelo. Para este proceso se utilizó el software PIX4D, especializado en la creación de modelos fotogramétricos y ortofotos a partir de imágenes capturadas por drones.

Una vez obtenida la ortofoto de alta resolución se procedió a la generación de cartografía base y temática digitalizando los siguientes elementos: cuerpos de agua, zonas antrópicas, cobertura vegetal, infraestructura vial. Los productos cartográficos especializados obtenidos son: curvas de nivel a cada metro, mapa de pendientes, mapa de ortofoto, mapa de cobertura de la tierra, análisis mutitemporal de movimientos de tierra y presencia de obras. (Ver **ANEXO B INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA**. Ver Anexo B1 Mapas Temáticos).

5.4. METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO Y PRIORIZACIÓN

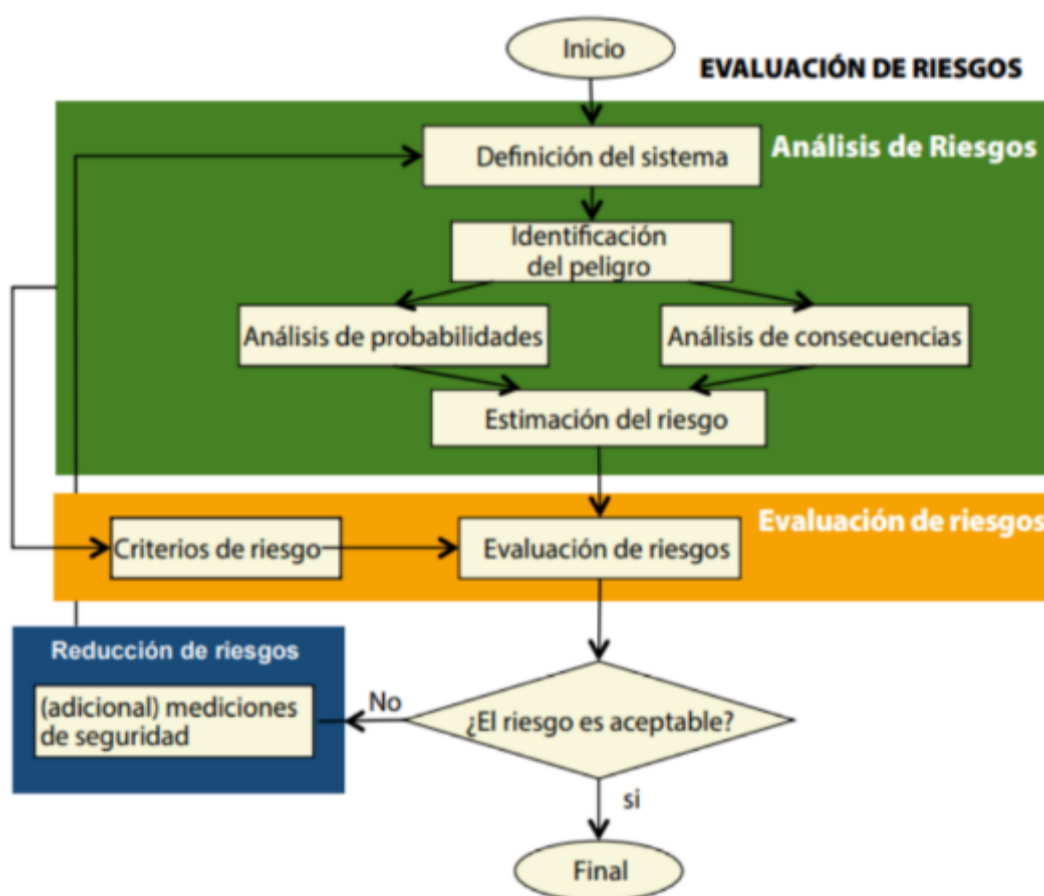
Para la determinación y la evaluación de los riesgos se utilizó el proceso metodológico establecido en las Norma Internacional 31000 (2018) y la IEC 31010.

- ISO 31000:2018 Administración/Gestión de riesgos. Lineamientos guía
- IEC 31010: 2019 Manejo del Riesgo Técnicas de evaluación

La ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo.

La metodología de evaluación de riesgo utilizada se adjunta en el **ANEXO E: METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO Y PRIORIZACIÓN**. El diagrama de flujo para la evaluación de los riesgos es el siguiente:

FIGURA No. 3: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO, IEC 31010



Fuente: IEC 31010: 2019 Manejo del Riesgo Técnicas de evaluación

La probabilidad en el impacto se evaluó utilizando las escalas indicadas en la siguiente tabla:

TABLA No. 1 MATRIZ UTILIZADA PARA VALORAR EL NIVEL DEL RIESGO

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE CONSECUENCIAS				
	1	2	3	4	5
	INSIGNIFICANTE	MENOR	MODERADO	MAYOR	CATASTRÓFICO-EXTREMO
Muy Probable. Se espera que ocurra al menos una vez al año. Evento casi seguro.	5	10	15	20	25
Probable. Se espera que ocurra una vez cada 3 años. Evento esperado, ocurre regularmente.	4	8	12	16	20
Poco Probable. Ocurre algunas veces. 1 de cada 10 a 100.	3	6	9	12	15
Improbable. Es raro que ocurra, ha ocurrido. 1 de cada 100 a 1000	2	4	6	8	10
Despreciable. En un evento raro. 1 de cada 1000 o 10000.	1	2	3	4	5
NIVEL DE RIESGO	VALOR				
	16-25 EXTREMO O INTOLERABLE				
	12 a 15 ALTO				
	6 a 10 MODERADO				
	1 a 5 BAJO				

Fuente: IEC 31010: 2019 Manejo del Riesgo Técnicas de evaluación

En la matriz genera para la caracterización del riesgo se incluye el criterio de la comunidad y su nivel de percepción de riesgo, definido como alto medio y bajo.

Niveles de Percepción Social

Se complementa esta evaluación con un sistema de codificación del nivel de percepción social:

Código	Nivel	Descripción
3	Alto	La comunidad presenta una sensibilidad elevada, rechazo consolidado, e identifica el evento como de alto riesgo.
2	Medio	Hay dudas o preocupaciones, pero no una definición clara de riesgo.
1	Bajo	La comunidad no identifica al evento como riesgo.

Fuente: Modificación IFC (International Finance Corporation), 2007

Evaluación del Nivel de Riesgo Social (conflicto)

Según observaciones sociales se determina la existencia de tensión social en el área, teniéndose una:

1. Probabilidad de ocurrencia (4): Probable, dado que el conflicto está en estado “pasivo” y puede escalar fácilmente.
2. Amenaza: Extremo (5), considerando el potencial de movilización social, bloqueos o rechazo total al proyecto.

Resultado: **RIESGO EXTREMO O INTOLERABLE (4x5)**

6. DESCRIPCIÓN GENERAL

6.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Los proyectos hidroeléctricos Generadora San Mateo (GSM) y Generadora San Andrés (GSA) que aprovecharían los recursos hídricos de los ríos Negro y Pojom para GSM y los ríos Primavera, Varsovia y Tercer Arroyo (o Palmira) para GSA, con capacidades instaladas de 20 MW y 10,65 MW respectivamente, ubicados en el municipio de San Mateo Ixtatán, en el departamento de Huehuetenango, Guatemala, consideraban la construcción de la siguiente infraestructura:

Proyecto Pojom II GSM

- Campamento de Maquinaria-taller.
- Obra de Toma Río Pojom.
- Tubería de Traslase.
- Obra de toma del río Negro.
- Balsa de Regulación.
- Túnel de entrada y salida o galería de conducción.
- Tubería de presión.
- Casa de máquinas (zanja).
- Caminos.
- Caminos auxiliares a zanjas y tuberías.

Proyecto San Andrés

- Obra de toma en el río Primavera.
- Obra de toma en el río Varsovia.
- Obras de toma en el Tercer Arroyo. (Obra de Toma tercer Arroyo 1 de 2 y Obra de Toma Tercer Arroyo 2 de 2).
- Tuberías para transporte al desarenador.
- Desarenador.
- Tubería de trasvase desarenador a balsa.
- Balsa de regulación.
- Tubería forzada o de presión.
- Casa de máquinas (es compartida con el proyecto Pojom II).
- Caminos auxiliares a zanjas y tuberías (en especial la tubería de presión).

Minas para materiales pétreos

Línea de Transmisión Eléctrica y Subestación Eléctrica

6.2. ESTADO FÍSICO ACTUAL DEL PROYECTO

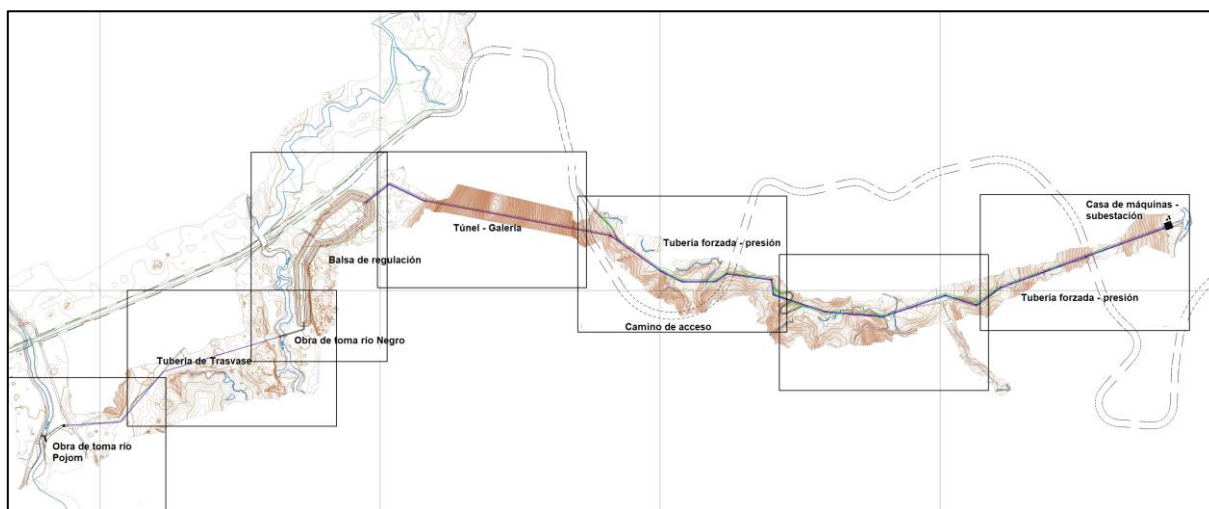
La descripción de la infraestructura esperada se realiza con base en lo mencionado en el Estudio de Impacto Ambiental de la Hidroeléctrica Pojom II y el Estudio de Impacto Ambiental de la Hidroeléctrica San Andrés (y las ampliaciones de estos estudios, documentos públicos). La descripción del estado actual se refiere a los hallazgos de la inspección efectuada en noviembre

de 2024 para la realización de este informe. En el **ANEXO B: INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA**, se presenta el Mapa No. 07, mapa de Infraestructuras, de acuerdo con lo observado hasta noviembre 2024.

6.2.1 Proyecto Pojom II

El Proyecto Pojom II es una infraestructura hidráulica de gran envergadura destinada a la captación y conducción de aguas de los ríos Pojom y Negro, con el fin de satisfacer las necesidades de agua para la generación hidroeléctrica. El proyecto incluye obras de toma de agua, un sistema de tuberías para el transporte de agua, y balsas de regulación para almacenar el caudal captado, así como casas de máquinas y desarenadores para el tratamiento inicial del agua. Sin embargo, la ejecución de la obra se encuentra incompleta, con partes de la infraestructura en abandono y materiales expuestos a la intemperie, lo que genera riesgos tanto para la seguridad de la infraestructura como para las comunidades cercanas.

FIGURA No. 4: ESTRUCTURAS DEL PROYECTO GSA



Fuente: Estudios Ambientales Hidroeléctrica Pojom II, 2012

Campamento Contratistas de Maquinaria – Taller: Actualmente, en el sitio se observan edificaciones en proceso de deterioro, con la presencia de maquinaria y tubería quemada.

FOTOGRAFÍA No. 1 CAMPAMENTO CONTRATISTAS – MAQUINARIA QUEMADA



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 2 CAMPAMENTO CONTRATISTAS, TUBERÍA QUEMADA ALMACENADA



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Obra de Toma en el río Pojom: Se tenía previsto una presa de 20,53 m² y altura de 2,5m, con una reja para retención de finos, como obra para el trasvase del río Pojom hacia el río Negro. Actualmente, se tiene una ejecución parcial con elementos no concluidos como el azud y las

obras de captación. Se encontró un daño en la borda (ataguía) que podría derivar en un posible desborde del río, y un incremento del caudal para el río Negro. La falta de protección en los márgenes aumenta la vulnerabilidad a la erosión.

FOTOGRAFÍA No. 3 CAPTACIÓN EN EL RIO POJOM SIN CONCLUIR.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 4 MARGEN DERECHA SIN BORDA, QUE PERMITE EL INGRESO A LA CAPTACIÓN.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Tubería de trasvase: Se tenía previsto una conducción con tubería de GRP (Glass Reinforced Plastic) enterrada de 869 m y 1,4 m de diámetro. Actualmente, aunque gran parte de la tubería ha sido construida y está soterrada, se observó entradas y salidas de la tubería que han sido quemadas. Esto podría generar problemas de colmatación y transporte ineficiente de agua. La salida de la tubería de trasvase se encuentra inundada, se debe cerrar tanto el ingreso como la

salida del trasvase para evitar la acumulación de agua y evitar el traslado del agua hacia Río Negro.

FOTOGRAFÍA No. 5 SALIDA DE LA TUBERÍA DE TRASVASE



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Obra de Toma del Río Negro: Obra de toma en la margen derecha del Río Negro, mediante una presa de 3,5 m de altura desde el lecho del río, que incluía una reja de gruesos, desarenador y reja de finos. Actualmente, ha sido construida la obra de toma y el canal que lleva a la balsa de regulación, faltan por construirse las protecciones de los alivijs de la presa y el canal, los rellenos e instalar los equipos electromecánicos (rejas y compuertas) y una caseta.

FOTOGRAFÍA No. 6 OBRA DE TOMA RÍO NEGRO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Balsa de regulación: Se tenía prevista una balsa que funcionaría como cámara de carga. Actualmente, si bien fue completada en su momento, la balsa presenta daños importantes, especialmente por la quema y extracción de la geomembrana, lo que está generando erosión en los taludes. Se encuentra en un proceso de regeneración natural al no existir la geomembrana.

FOTOGRAFÍA No. 7 Balsa de Regulación



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Túnel o galería de conducción: consiste en una galería de conducción para montar en el interior dos tuberías de polietileno rígido de 150 mm de diámetro. Está construida esta obra subterránea de dimensiones de 3,5m de ancho por 3,0 de alto en forma de herradura, tiene una longitud de diseño de 580m, sin embargo, falta por completar 130m de túnel (que actúa como tapón en el medio del túnel). El túnel está revestido casi en su totalidad con hormigón lanzado, las partes sin revestimiento y el frente de la excavación pueden permitir la filtración de agua, dadas las características kársticas de las calizas presentes que pueden facilitar la filtración del agua a presión, debido al importante gradiente o pendiente que existe.

FOTOGRAFÍA No. 8 SALIDA DEL TÚNEL O GALERÍA DE CONDUCCIÓN



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Conducción con Tubería de presión: Luego de la galería de conducción se tenía previsto usar tubería forzada de GRP enterrada y tubería de acero (60 pulgadas de diámetro 1,50m) que en su tramo final iría únicamente anclada. Actualmente parte de la tubería está instalada, en donde no se ha instalado existe la zanja excavada en la cual se ha producido un proceso de regeneración natural (crecimiento de cobertura vegetal). En la visita técnica acompañada con la comunidad se encontró un sitio donde se produjo un movimiento de tierra, lo que desplazó la tubería instalada, además se encontraron tuberías distribuidas a un costado de la vía, que no fueron instaladas.

FIGURA No. 5: EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN REGENERACIÓN.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 9 TUBERÍA DE ACERO ABANDONADA



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 10 TUBERÍA EXPUESTA, POR EL EMPUJE DE UN DESLIZAMIENTO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 11 TUBERÍA DE PRESIÓN Y ZANJA, HACIA CASA DE MÁQUINAS.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Casa de máquinas de la hidroeléctrica Pojom II y San Andrés: Para las dos hidroeléctricas se tenía prevista una edificación superficial de 245 m², donde se instalaría una grúa pórtico de 35 toneladas y los equipos electromecánicos. Actualmente, existe un avance limitado en la construcción de la casa de máquinas, el área está inundada y llena de vegetación. El ingreso es libre, se encuentran hierros sobresalidos de la estructura lo cual puede causar riesgo de punzonamientos y un rápido deterioro del hormigón. La edificación está cercana a una Y vial, formando una curva con el correspondiente riesgo vial. Ver FIGURA No. 6: y FOTOGRAFÍA No. 12.

FIGURA No. 6: CONDUCCIÓN TUBERÍA DE PRESIÓN A CASA DE MAQUINAS



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 12 ZONA DE CASA DE MAQUINAS. VEGETACIÓN Y HIERROS EXPUESTOS.



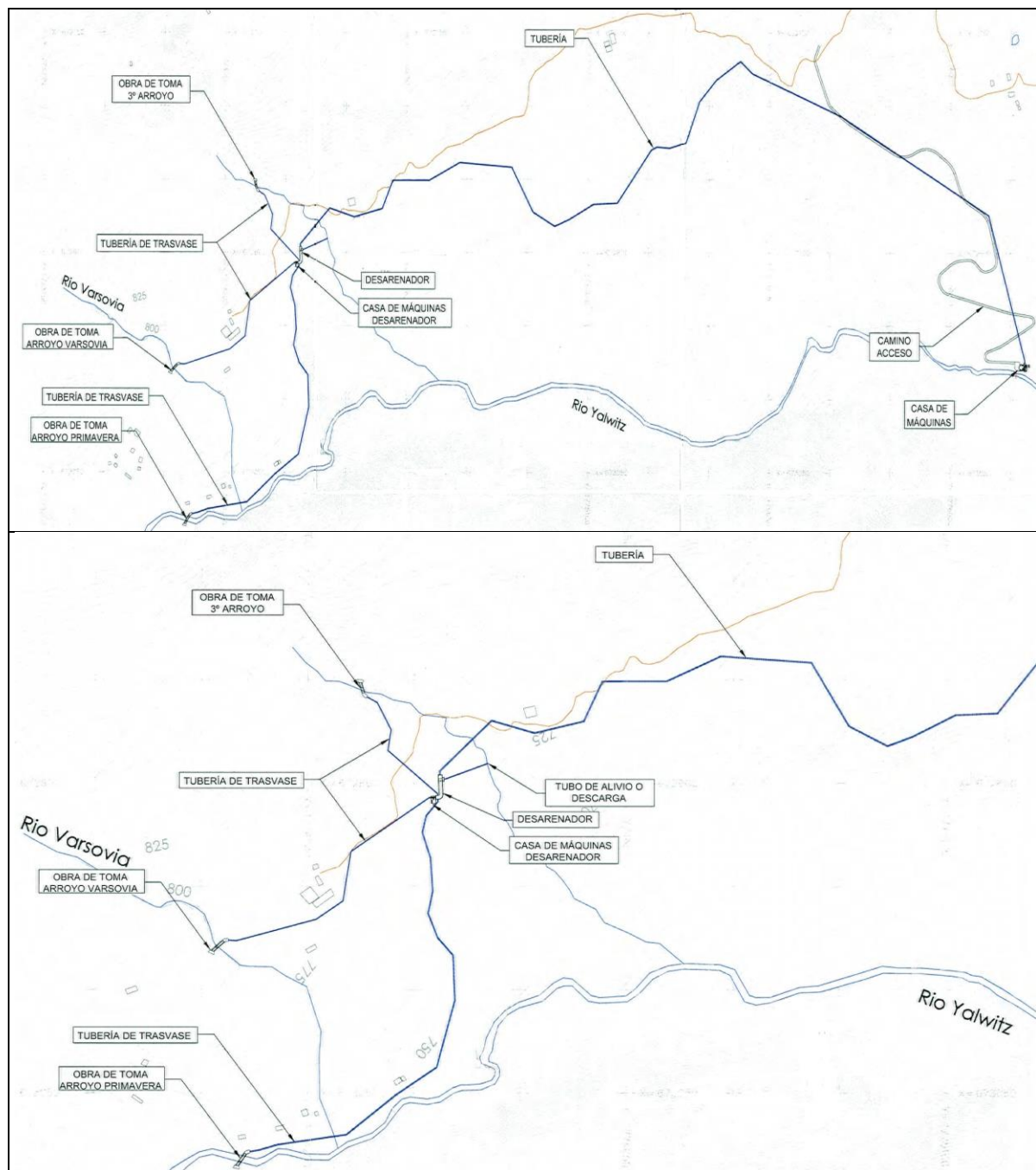
Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

6.2.2 Proyecto San Andrés

El Proyecto Hidroeléctrico San Andrés consiste en la construcción de captaciones en los ríos Varsovia, Primavera y en Tercer Arroyo y el establecimiento de un sistema hidráulico

interconectado para aumentar los caudales que provienen de las cuencas de los ríos Pojom y Río Negro en su llegada a la casa de máquinas (ver FIGURA No. 4:). Aunque se han logrado avances en la obra, varias de las fases del proyecto no se han completado, lo que ha dejado estructuras parcialmente construidas y en abandono. La mayor amenaza de este sistema es el probable taponamiento del Río Primavera en un “sumidero” donde se han acumulado tubería metálica posiblemente utilizada para el desvío del río.

FIGURA No. 7: SITIO DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO GSA



Fuente: Estudios Ambientales Hidroeléctrica Generadora San Andrés, 2012

Obra de toma en el Río Primavera: La obra de toma fue propuesta como una toma tipo tirolesa, al momento no hay ninguna estructura construida; únicamente está realizado el movimiento de tierras, sin embargo, estas excavaciones ya tienen un proceso de regeneración natural.

En el sitio del Río Primavera existe una amenaza derivada de la presencia de tubos metálicos en el cauce al inicio de un “sumidero”, la presencia de estos tubos puede ocasionar el taponamiento del sumidero, como se puede ver en la siguiente FOTOGRAFÍA No. 13.

FOTOGRAFÍA No. 13 PRESENCIA DE TUBERÍA METÁLICA EN EL CAUCE DEL RÍO PRIMAVERA.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FIGURA No. 8: UBICACIÓN DE SUMIDERO Y RIESGO DE TAPONAMIENTO.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Obra de toma en el río Varsovia: se ha realizado únicamente la cimentación de la captación, a ella llega la tubería de GRP.

FIGURA No. 9: CAPTACIÓN VARSOVIA.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 14 CAPTACIÓN - VARSOVIA. TUBERÍA GRP, QUEMADA.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 15 CAPTACIÓN - VARSOVIA. TUBERÍA GRP, QUEMADA.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Obras de toma en el Tercer Arroyo: Esta toma está conformada por dos tomas tirolesas que captan los caudales de dos drenajes. Las obras en el arroyo, Toma 1, estaba avanzada; habiéndose realizado el azud y faltando muros a la salida de la tubería, las protecciones del cauce y los equipos mecánicos como rejas y compuertas. Como se puede apreciar en la foto siguiente, la estructura ha sido tomada por la vegetación y se encuentra en marcha un proceso de azolve del cauce.

FOTOGRAFÍA No. 16 TOMA 1, TERCER ARROYO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

En la Toma 2, en el tercer arroyo se ejecutó la cimentación del azud, que incluía los hierros de muros de ala y cuerpo del azud. Se observa además la llegada de la tubería, la cual ha sido quemada.

FOTOGRAFÍA No. 17 TOMA 2, TERCER ARROYO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 18 TOMA 2, TUBERÍA EN TERCER ARROYO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Tuberías para transporte al desarenador: la tubería prevista entre las captaciones y el desarenador, con material GRP (Poliéster reforzado con fibra de vidrio) de varios diámetros. Además, se construyó un camino auxiliar para la instalación de la tubería. En la FOTOGRAFÍA No. 18 se observa la llegada de la tubería GRP a la captación Tercer Arroyo, toma 2.

Tuberías para transporte de desarenador a la balsa: la tubería transporta el agua a la balsa de regulación, su longitud es de 420 metros, se tiene ejecutado aproximadamente 150 m. En la siguiente fotografía se observa la tubería que sale aguas arriba de la Balsa San Andrés. La

comunidad, durante el recorrido técnico, indicó que existe riesgo para los niños, porque podrían entrar en las tuberías, además de que estos son sitios de escondite de maleantes.

FOTOGRAFÍA No. 19 TUBERÍA DE SALIDA, AGUAS ARRIBA DE LA BALSA, CUBIERTA POR LA VEGETACIÓN.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Desarenador: se tiene una estructura rectangular de 29,35m de largo por 5 m de ancho, en hormigón armado, que recibiría el agua de las tres captaciones. Actualmente, aunque la construcción de la estructura básica está terminada, faltan componentes clave como la tubería de alivio y los equipos mecánicos, lo que deja a la obra vulnerable a la acumulación de sedimentos y a posibles fallas operativas. La comunidad, en la visita técnica indicó que tienen preocupación de que se produzcan accidentes, debido a la altura de las estructuras.

FOTOGRAFÍA No. 20 DESARENADOR, UN CERRAMIENTO DEBE SER GENERADO PARA EVITAR CAÍDAS DE PERSONAS O GANADO.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Balsa de regulación: en este elemento no fue construido, se hizo la limpieza y movimiento superficial de tierras. Al momento el área mantiene un proceso exitoso de regeneración natural.

FOTOGRAFÍA No. 21 RECUPERACIÓN NATURAL DEL ÁREA DONDE ESTUVO PROPUESTA LA BALSA.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Tubería forzada o de presión: el diseño preveía la construcción de una tubería de presión de 1711 m en GRP con diámetros entre 1600 mm. y 1400 mm. Actualmente, se verificó la realización de zanjas para la “pista” de la tubería, la cual no fue instalada; se observó un proceso de regeneración natural, lo que tornó difícil ubicar dichas excavaciones.

FOTOGRAFÍA No. 22 ÁREA DE ZANJAS EN PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Camino auxiliares a zanjas y tuberías: previo al inicio del proyecto se disponía de vías en terracería cercanas a las obras de trasvase en el río Pojom y las obras de toma del Río Negro, y rumbo al noreste pasando por el sector de Platanar hasta llegar al sector de Bella Linda. Actualmente, se observó que se construyeron nuevas vías para facilitar el ingreso a los frentes de obra, estas vías al momento son usadas por la comunidad, a excepción de los ingresos a zonas de captación las cuales son exclusivas de la obra. En el **ANEXO B: INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA**, pueden verse las nuevas vías construidas y usadas por la comunidad.

Además, se observó que para el proyecto se ha ensanchado la vía de acceso al Río Pojom, en el que se verificaron taludes descubiertos, lo que posibilita la amenaza de caída de bloques.

**FOTOGRAFÍA No. 23 TALUD CRÍTICO, AMENAZA DE CAÍDA DE BOQUES DE PIEDRA.
SITIO PORTAL DE SALIDA DEL TÚNEL.**



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

**FOTOGRAFÍA No. 24 VÍA HABILITADA, CONDUCCIÓN A LA CAPTACIÓN LA
PRIMAVERA.**



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FIGURA No. 10: CAPTACIONES DEL TERCER ARROYO, DESARENADOR Y VÍAS DE ACCESO HABILITADAS.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

6.2.3 Minas para materiales pétreos

Se observa que existió el uso de materiales de dos minas hacia el sector noroeste del proyecto: la primera ubicada en el camino a la frontera con México (Mina 2) tiene un área aproximada de 1,7 ha.; la segunda ubicada sobre un camino anterior a Bella Linda (Mina 1) que tiene un área aproximada de 3,1 ha. Estas dos minas existían en el 2011, la segunda se evidencia su uso en la rehabilitación del camino a Bella Linda en ese mismo año. Para el aprovechamiento de la mina 1, se construyó un camino sobre un humedal cultivable, de alrededor de 900 m, este camino se ha convertido en una barrera en dicho humedal.

En las dos minas se observa un proceso de regeneración natural, estimándose una regeneración que supera el 50% del área intervenida.

Por el camino que une la mina 2 y la población Bella Linda se observa la caída de bloques, flujos de escombros y movimiento de una parte de un macro deslizamiento presente desde antes de las actividades de construcción de las hidroeléctricas.

FOTOGRAFÍA No. 25 MINAS DE MATERIALES PÉTREOS.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 26 CAMINO CONSTRUIDO HACIA LA MINA 1.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

6.2.4 Líneas de Transmisión Eléctrica y Subestaciones Eléctricas

Junto a la casa de máquinas de los proyectos hidroeléctricos Pojom II y San Andrés, se tenía prevista la construcción de una subestación elevadora de 13.,8 kV a 69 kV (Subestación ETN II), la cual no presenta ningún avance en la infraestructura a la fecha de realizada la investigación; desde la subestación se colocaron estructuras de la línea de transmisión eléctrica hacia la subestación denominada San Mateo Ixtatán para conectarse a la red nacional de Guatemala, en el área se evidencia que la mayor parte de las estructuras han sido cortadas en

su base, quedando las estructuras en piso y la base de las torres al descubierto, con el correspondiente riesgo de cortes y caídas. Algunas estructuras han sido utilizadas por la comunidad como alcantarillas.

FOTOGRAFÍA No. 27 ESTRUCTURAS DE LA L/T CORTADAS.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 28 ESTRUCTURAS DE LA L/T CORTADAS.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

**FOTOGRAFÍA No. 29 ESTRUCTURAS USADAS POR LA COMUNIDAD COMO
ALCANTARILLAS.**



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

7. ACTIVIDADES DE CAMPO

7.1. DIÁLOGO COMUNITARIO

Uno de los objetivos del estudio fue realizar la investigación social y diálogo comunitario en tres lugares estratégicos que permitan la participación de personas locales; estos eran: en Ixquisis, Platanar y Bella Linda; sin embargo, por requerimiento de los Reclamantes se adicionó un taller en Yulchén Frontera y se movió el taller de El Platanar a Caserío San Francisco. Los talleres realizados y su análisis de participación social, se describen a continuación.

El diálogo comunitario se realizó en las fechas que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA No. 2 MATRIZ DE ACTIVIDADES DE DIÁLOGO COMUNITARIO REALIZADAS

Fecha	Actividad	Ubicación	Grupos de trabajo	Número total de participantes	Duración
25/11/2024	Plenaria Inicial y Taller Mapa Parlante	Ixquisis	2	69	4 horas
26/11/2024	Taller Mapa Parlante	Caserío San Francisco	3	71	4 horas
27/11/2024	Taller Mapa Parlante	Bella Linda	2	91	4 horas
28/11/2024	Taller Mapa Parlante	Yulchén Frontera	2	75	5 horas

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

7.1.1 Nivel de participación

Para evaluar el nivel de participación de las comunidades en los talleres realizados se llevó a cabo un registro detallado de asistencia por taller ejecutado. La siguiente tabla presenta el número total de asistentes en cada taller. Sin embargo, es importante señalar que no todos los participantes firmaron el registro de asistencia, por lo que las cifras reflejan un aproximado y no necesariamente el total real de asistentes en cada taller, en el **ANEXO A: BASE DE DATOS PARTICIPANTES**, se presenta numerado el registro de asistentes a cada taller⁶.

TABLA No. 3 REGISTRO DE PARTICIPANTES POR TALLER

Fecha	Taller	Ubicación Geográfica	Número total de participantes
25/11/2024	Taller 1	Ixquisis	69
26/11/2024	Taller 2	Caserío San Francisco	71
27/11/2024	Taller 3	Bella Linda	91
28/11/2024	Taller 4	Yulchén Frontera	75
Total			306

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Para comprender mejor la participación de las comunidades en el proceso de los talleres de mapas parlantes se sintetizó la información sobre la cantidad de asistentes por comunidad. Las siguientes tabla y figura presentan un desglose de la participación, permitiendo identificar cuáles comunidades tuvieron una mayor representación en los talleres desarrollados. Estos datos son clave para evaluar el nivel de involucramiento de cada localidad y su impacto en el

⁶ Por principio de confiabilidad no se presentan los registros con los nombres y firmas de los participantes.

proceso de toma de decisiones; se ha depurado la información de los asistentes cuantificándolos por una sola vez, es decir, si una persona asistió a dos o a tres talleres, únicamente se lo contabiliza como un individuo, el resultado se presenta en la TABLA No. 4 .

Como se puede ver hubo 306 asistentes, lo que corresponde a la suma de número de asistentes en de todos los talleres; sin embargo, hubo personas que asistieron a más de un taller por lo que al depurarse la lista de asistentes se obtuvo un total de 245 asistentes, es decir, se tuvo 61 repeticiones.

De acuerdo con los registros, la comunidad de Bella Linda fue la que tuvo mayor participación a lo largo de los cuatro días de talleres, con un total de 127 asistentes. Su presencia constante permitió que su postura de oposición se permee en los talleres, influyendo en el desarrollo de las discusiones y en la construcción de una narrativa común dentro del proceso. Le siguió en participación la comunidad de Yulchén Frontera, con 62 asistentes, lo que también reflejó un nivel significativo de involucramiento en el proceso.

TABLA No. 4 PARTICIPANTES POR COMUNIDAD

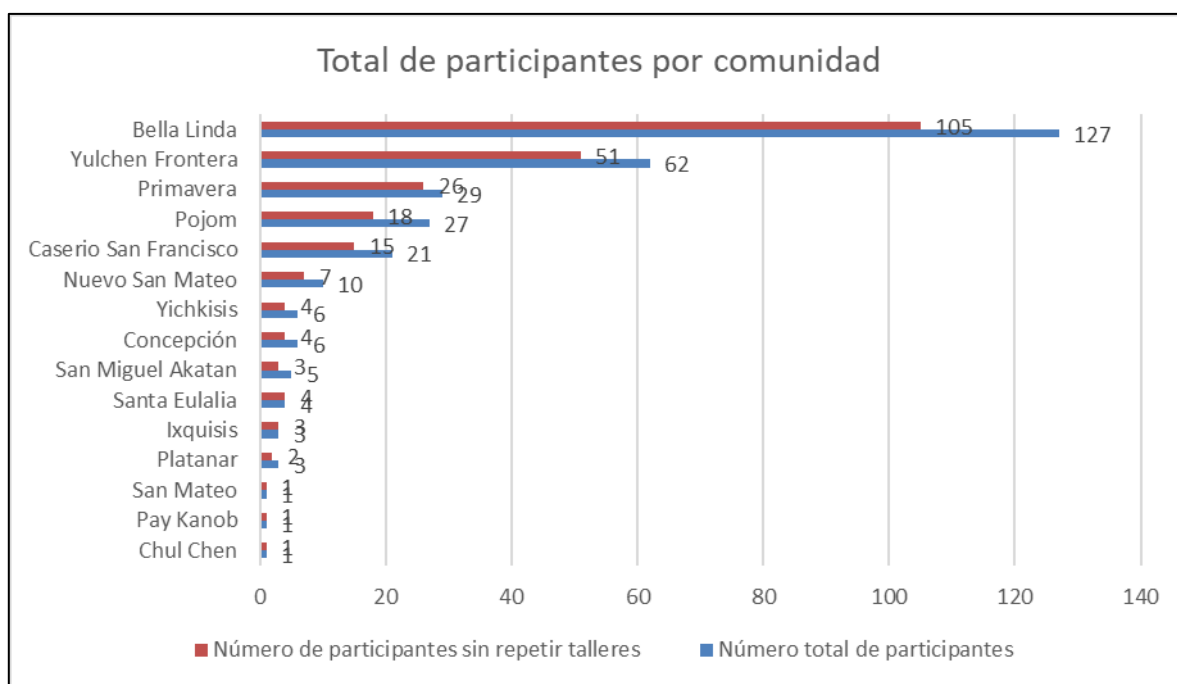
Comunidad	Número total de participantes	Número de participantes sin repetir talleres
Chul Chen ⁷	1	1
Pay Kanob	1	1
San Mateo	1	1
Platanar	3	2
Ixquisis	3	3
Santa Eulalia	4	4
San Miguel Akatan	5	3
Concepción	6	4
Yichkisis ⁸	6	4
Nuevo San Mateo	10	7
Caserío San Francisco	21	15
Pojom	27	18
Primavera	29	26
Yulchén Frontera	62	51
Bella Linda	127	105
Total	306	245

Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

⁷ Se realizó una transcripción textual de acuerdo con el registro de asistencia. Se presume que se quiso decir Yulchén, sin embargo, se mantiene lo definido en el registro.

⁸ En los registros de asistencia se enumera también la microrregión Yichkisis, como procedencia.

FIGURA No. 11: PARTICIPANTES POR COMUNIDAD



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 5 % DE PARTICIPANTES EN LOS TALLERES

Asistentes a Talleres	Ixquisis		C. San Francisco			Bella Linda		Yulchén Frontera		Total de personas por número de talleres asistidos	Porcentaje de personas por número de talleres asistidos
	Taller 1	Personas de Ixquisis	Taller 2	Personas de C. San Francisco	El Platanar	Taller 3	Personas de Bella Linda	Taller4	Personas de Yulchén		
Personas que asisten a 1 taller	39	3	35	6	0	68	63	52	31	194	63,4%
	56,5%		49,3%			74,7%		69,3%			
Personas que asisten a 2 talleres	24	0	29	5	1	16	11	17	5	86	28,1%
	34,8%		40,8%			17,6%		22,7%			
Personas que asisten a 3 talleres	4	0	5	0	0	5	2	4	2	18	5,9%
	5,8%		7,0%			5,5%		5,3%			
Personas que asisten a 4 talleres	2	0	2	0	0	2	1	2	0	8	2,6%
	2,9%		2,8%			2,2%		2,7%			
Total:	69	3	71	11	1	91	77	75	38	306	100%
Porcentaje de personas que son de la población donde se realiza el taller.		4,3%		16,9%			84,6%		50,7%		

TABLA No. 6 % DE PARTICIPANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

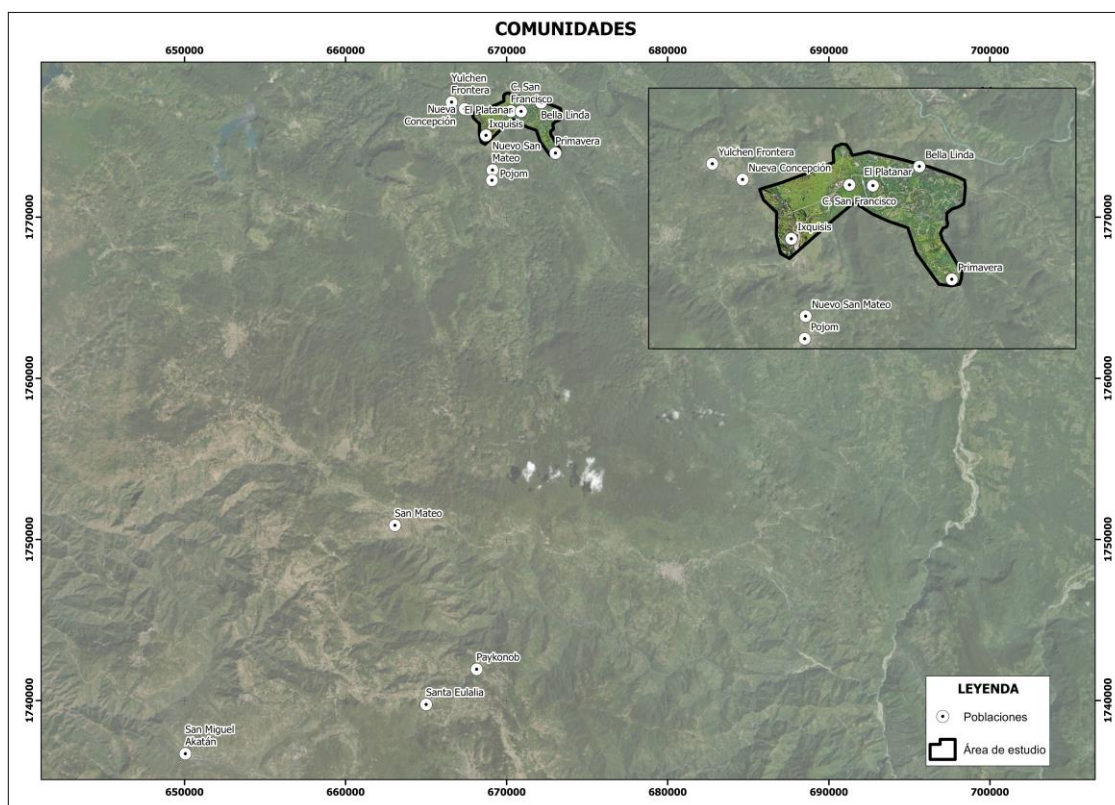
Descripción	Población	Taller 1	Taller2	Taller 3	Taller 4	Total por población según lista de asistencia	Número de participantes sin repetir
Área de estudio	Bella Linda	15	20	77	15	127	105
	Primavera	16	9	1	3	29	26
	Caserío San Francisco	3	11		7	21	15
	Ixquisis	3				3	3
	Platanar		1	1	1	3	2
Total área de estudio		37	41	79	26	183	151
Porcentaje área de estudio		54%	58%	87%	35%	60%	62%
Total talleres		69	71	91	75	306	245

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Procedencia de los participantes

Los participantes corresponden a las poblaciones de: Bella Linda, Platanar, Ixquisis, Primavera, Caserío San Francisco, Yulchén Frontera, Pojom, Nuevo San Mateo, Concepción, Pay Kanob, San Mateo, Santa Eulalia, San Miguel Akatan, Chul Chen, Yichkisis, se mantiene durante todo el documento esta procedencia pues estos son los poblados que se indican en los registros de asistencia. Sin embargo, revisado las topologías cartográficas se tiene que San Miguel Akatan es San Miguel de Acatan y Chul Chen podría referirse a Yulchén; e Yichkisis, que es la microrregión.

FIGURA No. 12: COMUNIDADES QUE PARTICIPAN EN DIALOGO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Como puede verse en la figura anterior existen comunidades que están fuera del área definida para riesgos relacionados con la paralización y abandono de las obras de la hidroeléctrica GSM y GSA (área de estudio), las comunidades que pueden ser afectadas son: Bella Linda, Platanar, Ixquisis, Primavera, Caserío San Francisco; a estas comunidades locales, corresponde el 62%⁹ de los asistentes a los talleres, lo que determina que el 38% de los asistentes vino de fuera del área de estudio.

La TABLA No. 5 registra la baja representatividad de personas locales en los talleres de Ixquisis (4,3%) y C. San Francisco (16,9%) y alta representatividad de personas locales en el taller de Bella Linda (84,6%).

⁹ Personas que se consideran impactadas por los proyectos y pertenecen al grupo de reclamantes ante el MICI.

7.1.2 Inspecciones Sociales

Durante los talleres de mapas parlantes, las comunidades expresaron diversas preocupaciones relacionadas con la contaminación ambiental, el impacto de proyectos en curso y la afectación a sus medios de vida. A partir de estas discusiones se priorizaron ciertos puntos críticos para su evaluación en las inspecciones y validación en campo, conjuntamente con las inspecciones técnicas.

Las inspecciones sociales se realizaron entre el 25 y el 28 de noviembre de 2024 y se centró en el reconocimiento del área y en la evaluación de los riesgos previamente identificados durante los talleres de mapas parlantes. Estas inspecciones tuvieron la finalidad de validar algunos de los principales problemas señalados por la comunidad y analizar la magnitud de sus impactos en la vida cotidiana de los habitantes.

Como se mencionó, conociendo los resultados de los mapas parlantes se hicieron inspecciones puntuales con representantes de la comunidad, como se muestran en la tabla siguiente:

TABLA No. 7 MATRIZ DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN INSPECCIONES SOCIALES

Fecha	Actividad	Ubicación Geográfica	Número total de participantes (aprx)	Duración
25/11/2024	Inspecciones a sitios de interés social	Ixquisis	15	1 hora
26/11/2024	Inspecciones a sitios de interés social	Caserío San Francisco	12	1 hora
27/11/2024	Inspecciones a sitios de interés social	Bella Linda	20	1 hora
28/11/2024	Inspecciones a sitios de interés social	Yulchén Frontera	N/A	N/A

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

7.2. INSPECCIONES TÉCNICAS

Las inspecciones técnicas se realizaron en compañía de pobladores, los cuales guiaron a los sitios del proyecto e indicaron sus preocupaciones, los tiempos de participación fueron de toda la jornada diaria, a excepción del primer día, cuando los técnicos participaron en la Plenaria como parte de la presentación de alcances, actividades del proyecto, productos y presentación del equipo técnico a cargo del estudio. Las actividades realizadas se muestran en la siguiente tabla:

TABLA No. 8 MATRIZ DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN INSPECCIONES TÉCNICAS - SOCIALES

Fecha	Zona del Proyecto Inspeccionada	Observación
25/11/2024	Obra de toma río Pojom GSM	Pobladores informaron que en crecidas o tormentas río crece e ingresa a captación, además de la desaparición de cangrejos y peces. Se observó que parte de la ataguía ha sido derrocada.
	Tubería de trasvase o conducción GSM	Tubería de GRP enterrada solo visible en ingreso río Pojom y salida río Negro. Se observó restos de tubería rota, posiblemente por funcionar el trasvase antes de terminar la obra
	Obra de toma río Negro GSM	Obra construida, pobladores informaron que las obras inconclusas (aperturas para compuertas, canales), presentan riesgos de caída de personas y animales, recomiendan cerramiento y señalización. Se observó postes de línea eléctrica ya instalados y otros acopiados junto al proyecto entre la toma y la balsa
	Balsa de regulación y sistema de drenaje GSM	Geomembrana o plástico que cubría la balsa ha sido retirada (restos de geomembrana observados en patios de viviendas cercanas). Presencia de excavaciones y aperturas en obras de hormigón destapadas, presentan riesgo de caídas
	Ingreso a galería o túnel de conducción GSM	Pobladores informaron que túnel se llenó con agua en inundaciones del año 2021, tienen miedo de un colapso del cerro
26/11/2024	Alrededores de plataforma del campamento de construcción GSM – GSA	Pobladores indican la presencia de zona inundada (lago) debido a relleno de plataforma que cortó el desagüe natural
	Minas GSM – GSA	Se visitaron dos minas de materiales pétreos usadas como fuentes para la construcción de obras, mejoramiento de vías y conformación de plataformas
	Portal de salida de galería GSM	Preocupación de que este portal sirva de refugio de delincuentes
	Depósito de escombros por apertura de vías GSM – GSA	Pobladores indicaron que junto a vías (sector El Platanar), se acumuló material de la apertura de vías, señalando que dos manantiales fueron afectados y que la caída de piedras afectó techos de casas
	Material (tuberías, postes), acumulado junto al proyecto GSM - GSA	Pobladores mostraron tubería de acero que no se encuentran en zanjas, postes de línea de transmisión cortados y botados
	Movimiento de tierra por apertura de zanja GSM	Pobladores indicaron que al abrir la zanja para la tubería se provocó movimiento de suelo afectó criadero de peces
27/11/2024	Sector tubería de presión, acumulación de agua y	Se indicó zona de deslizamiento en sector de zanja abierta para tubería de presión, el cual movió la tubería colocada fuera de la zanja. Se observó que, durante la lluvia, el agua circula por la vía e inunda el sector de la

Fecha	Zona del Proyecto Inspeccionada	Observación
	estructuras de línea de transmisión cortadas GSM	casa de máquinas. Se observó bases con parte de postes de la línea de transmisión cortados quedando los bordes afilados.
	Casa de máquinas GSM – GSA	Se observó cortes de talud en roca en casa de máquinas, no problemas de inestabilidad. Varillas sobresalidas del hormigón oxidándose
	Escombrera al sur de casa de máquinas GSM – GSA	Pobladores informaron que se colocó la escombrera en zona de sembríos, actualmente el área tiene cobertura de plantas por regeneración natural
	Balsa GSA	No se ha realizado movimiento de tierras. Tubería de GRP entre los matorrales, pobladores indican temor que sea utilizada por delincuentes para esconderse
	Desarenador GSA	Infraestructura de hormigón, pobladores indican necesidad de cerramiento para evitar accidentes de personas y animales
	Obra de toma Tres Arroyos 1 GSA	Se observó obra de toma construida, no interrumpe flujo de agua
	Obra de toma Tres Arroyos 2 GSA	Se observó obra de toma construida, hierros visibles oxidados, obra no interrumpe flujo de agua
	Captación Varsovia GSA	Obra enterrada, se observó casi totalmente cubierta por vegetación. Tubería de conducción enterrada con ingreso abierto, temor que pueda provocar accidentes. Restos de tubería quemada.
	Captación Primavera GSA	Obra no construida. Zona de sifón del río, con tubería abandonada, se observó que esta tubería puede obstruir y ocasionar el represamiento del río
28/11/2024	Campamento Contratistas	Se observa la presencia de maquinaria quemada y materiales quemados, en especial tubería GRP, presencia de materiales en stock y edificaciones destruidas o en proceso de destrucción. Los pobladores indican que tienen temor de contaminación de agua y suelo, por la presencia de estos materiales.
	Comunidad de Bella Linda, sector noreste de la mina No.2.	Pobladores indican temor a inundaciones por incremento de caudal en río Negro producto del trasvase desde el río Pojom; además, problemas de flujos de escombros y deslizamientos al noroccidente de la población observados durante la inspección

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

7.3. CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA

El levantamiento geográfico se realizó mediante la toma de fotografía aérea y fotografía 360 como se muestra en la siguiente tabla (la metodología y resultados se detallan en el **ANEXO B: INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA**):

TABLA No. 9 MATRIZ DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL LEVANTAMIENTO GEOGRÁFICO

Fecha	Actividad	Horario	Duración	Observación
25/11/2024	Toma de fotografía aérea	10h00 a 15h00	5 horas	Se minimiza la presencia de sombras y nubes
26/11/2024	Toma de fotografía aérea	10h00 a 15h00	5 horas	Se minimiza la presencia de sombras y nubes
27/11/2024	Toma de fotografía aérea	10h00 a 15h00	5 horas	Se minimiza la presencia de sombras y nubes
28/11/2024	Toma de fotografía aérea	10h00 a 13h00	3 horas	Zona Nor-este

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La información recabada en campo de los componentes físico, ambiental y social fue organizada, procesada por los técnicos y analizada considerando los aspectos más relevantes que pudieran haber influido en la aparición de los posibles impactos debido a la infraestructura abandonada de los proyectos hidroeléctricos.

Se analizaron: a) la dimensión espacial y geográfica que permitió obtener la representación gráfica de la zona y la ubicación de los peligros, y el efectuar el análisis multitemporal relacionado con los cambios y evolución del paisaje, b) la dimensión social que comprendió el análisis de la información obtenida en los talleres de diálogo comunitario y la identificación de los riesgos percibidos por la comunidad y su valoración; y, c) la dimensión técnico-ambiental que consideró el análisis mediante criterios técnicos y de modelación matemática.

Los resultados de las dimensiones analizadas, permitieron identificar los peligros o amenazas asociadas a la infraestructura abandonada y posteriormente construir la matriz general de riesgos.

8.1. DIMENSIÓN ESPACIAL Y GEOGRÁFICA

Se estableció un punto de control geodésico en Ixquis utilizando la técnica de rastreo estático con equipos GNSS de doble frecuencia, garantizando una alta precisión en la georreferenciación.

TABLA No. 10 MATRIZ DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL LEVANTAMIENTO GEOGRÁFICO

N.	Localidad	Base utilizada para post proceso PPK
1	IXQUISIS	P1 PATIO DE MANIOBRAS

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Se generó una monografía geodésica que documenta las coordenadas definitivas (latitud, longitud y altitud), el sistema de referencia utilizado, las condiciones de rastreo y los resultados del procesamiento.

El punto fue registrado formalmente como parte de la red de control geodésico, asegurando su utilidad en levantamientos topográficos, fotogrametría y proyectos de ingeniería que requieran precisión geoespacial.

FIGURA No. 13: MONOGRAFÍA PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO



MONOGRAFÍA DE PUNTO DE CONTROL GEODÉSICO

ENTIDAD EJECUTORA:CHARLIEG

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL DEL SITIO DE LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS GENERADORA SAN MATEO S.A. ("GSM") / GENERADORA SAN ANDRES S.A. ("GSA")

NOMBRE DEL PUNTO: P1

DATUM HORIZONTAL: IGB14

DATUM VERTICAL (modelo):

TIPO DE PUNTO: HITO Y BASE DE VUELO PPK

EPOCA DE REFERENCIA: 2022-01-19 12:00:00

ELIPSOIDE: GRS80

FECHA: 25/11/2024

UTM, WGS84, ZONA 15

NORTE

IGN

LOCALIZACION DEL PUNTO:

PAÍS	Departamento:	Municipio:	Microregión:	CIUDAD	SITIO
GUATEMALA	Huehuetenango	San Mateo Ixtatán	Ixquisis	IXQUISIS	PATIO DE MANIOBRAS

CONTROL HORIZONTAL

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COORDENADAS UTM	SIGMA(m)	COORDENADAS PROYECCIÓN LOCAL
LATITUD(""): N16°03'50.04698"	ZONA: 15 NORTE		TIPO DE PROYECCIÓN: N/A
LONGITUD(""): W91°24'39.34666"	NORTE(m): 669981,576	0,013	NORTE (m): N/A
ALTURA ELIPSOIDAL(m): 900,358	ESTE(m): 1776656,247	0,013	ESTE(m): N/A
	ALTURA ORTOMÉTRICA (msnm):		ALTURA GEOIDAL (m): N/A
	FACTOR DE ESCALA (TOPOGRÁFICO): 0,9998158000000		ALT ORTOMÉTRICA (msnm): N/A
			FACTOR DE ESCALA (TOPOGRÁFICO): N/A
			PARÁMETROS:

CONTROL VERTICAL

ALTURA NIVELADA (m): N/A	ORDEN:N/A	FECHA DE NIVELACION:N/A	TIPO DE NIVELACION: N/A
--------------------------	-----------	-------------------------	-------------------------

CROQUIS DE UBICACIÓN



FOTOGRAFÍA PANORÁMICA



UBICACIÓN: Se encuentra ubicado sobre una pequeña elevación artificial, en el patio de maniobras, la placa de metal inoxidable con el texto P1.

ACCESIBILIDAD: Se accede por el patio de maniobras actualmente avandonado.

EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS:	MONUMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA PLACA:	ESTACIONES BASE REGME - IGM UTILIZADAS PUNTO DE LA RED:
TOPCON HIPER V Señal: GPS L1 CA, L1/L2 P-code, L2C GLONASS L1/L2 CA, L1/L2 P-code SBAS WAAS, EGNOS, MSAS, QZSS.	Placa de metal inoxidable, incrustada con la siguiente inscripción P1	GUAT

Observaciones:

ELABORADO
Ing. Msc. Xavier Mejía

SUPERVISADO
Ing. Msc.Carlos Granja

SEARTEH CONSULTING, Telf. Of. 02.3360198
www.searthe.com Email: xavier.mejia@searthe.com

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

8.1.1 Foto 360, sobre plataforma vehicular.

Necesariamente la fotografía 360 se realizó en áreas relacionadas con las vías de acceso a las instalaciones, por la necesidad de incorporarla en un vehículo, con el objetivo de agilizar la toma de todas las áreas posibles. La captura de imágenes tuvo las siguientes premisas:

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL PROYECTOS GSM / GSA

51

FIGURA No. 14: PROCESAMIENTO Y EDICIÓN - SOFTWARE INSTA 360 STUDIO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Creación e integración del recorrido: las imágenes y videos capturados en 360° fueron organizados de forma cuidadosa y estratégica para crear un flujo lógico y coherente del recorrido, asegurando que el espectador pueda "moverse" de un punto a otro de manera intuitiva y fluida, sin interrupciones o confusión.

Adicionalmente, las fotos en 360° fueron integradas en la base de datos geoespacial del proyecto. Esta integración permitió vincular las imágenes con las coordenadas geográficas precisas, facilitando no solo su visualización interactiva en el recorrido, sino también su análisis dentro de un contexto geoespacial más amplio. Así, las imágenes no solo sirven como una herramienta visual, sino también como un recurso valioso para la interpretación y toma de decisiones basadas en la ubicación geográfica de los puntos representados en el recorrido.

FIGURA No. 15: EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN EN GIS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

8.1.2 Ortofotos Generadas

Se generaron 2 bloques fotogramétricos debidamente ajustados, sin nubes, huecos o sombras.

FIGURA No. 16: ORTOFOTOS GENERADAS PARA LOS 7 BLOQUES FOTOGRAFAMÉTRICOS.



8.1.3 Generación de cartografía base y temática

El levantamiento topográfico aéreo en la localidad de Ixquisis, Guatemala, permitió obtener una ortofoto de alta resolución, la cual sirvió como base para generar diversos productos cartográficos esenciales para la planificación, gestión y análisis territorial del área de estudio de 1010,01 hectáreas. Este trabajo representa un aporte significativo para la caracterización y monitoreo del territorio, proporcionando información detallada y actualizada.

Mapas temáticos

Mediante la utilización de mapas temáticos, los cuales han sido elaborados con los insumos de los estudios realizados y validados con las inspecciones de campo, se obtiene los cambios en la cubierta vegetal, el estado de los humedales, las evidencias de movimientos de masas pasados y posibilita el estudio de posibles riesgos de movimientos futuros.

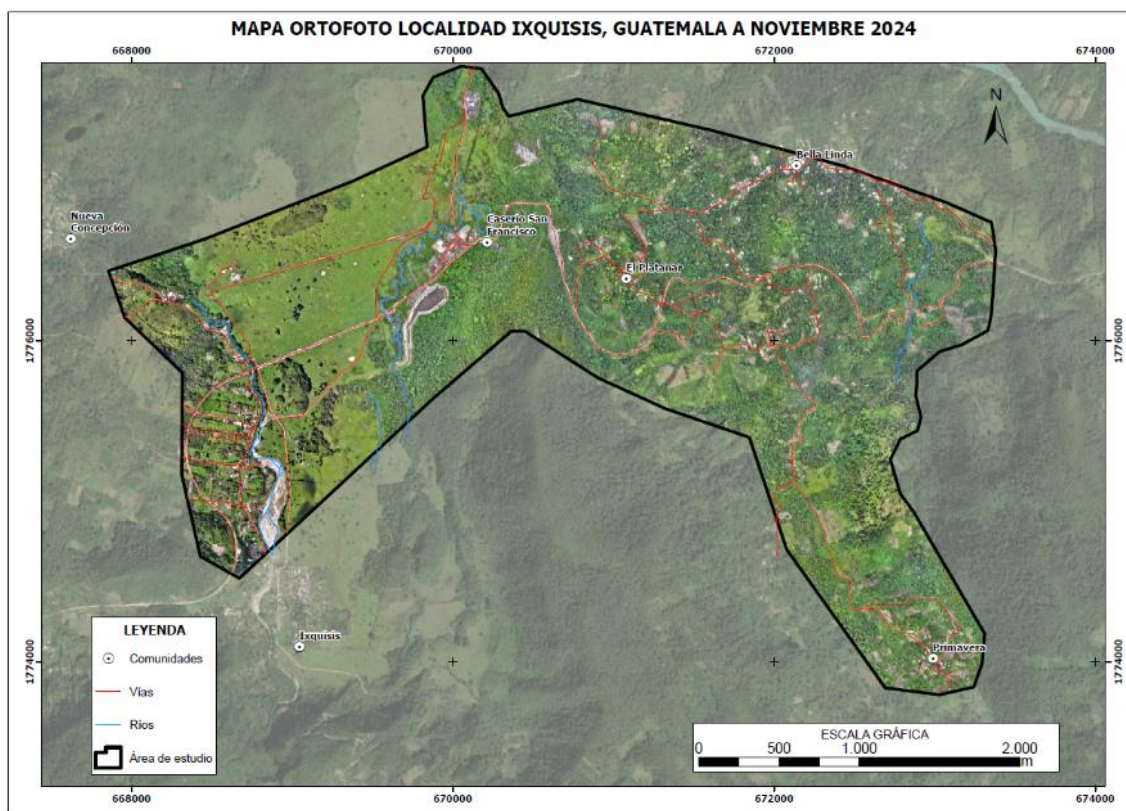
Se digitalizaron y representaron los siguientes elementos principales:

- Cuerpos de agua: ríos, lagunas, charcos, y canales identificados.
- Zonas antrópicas: áreas urbanizadas, asentamientos humanos y construcciones.
- Cobertura vegetal: se identificaron áreas de bosques, cultivos y pastizales.
- Infraestructura vial: red de vías terrestres, caminos principales y secundarios.

Los insumos obtenidos permitieron la elaboración de los siguientes productos cartográficos especializados:

Mapa de ortofoto 2024: Representación georreferenciada de la ortofoto como base cartográfica, utilizada para la validación de todos los productos y como referencia visual clave en los análisis posteriores.

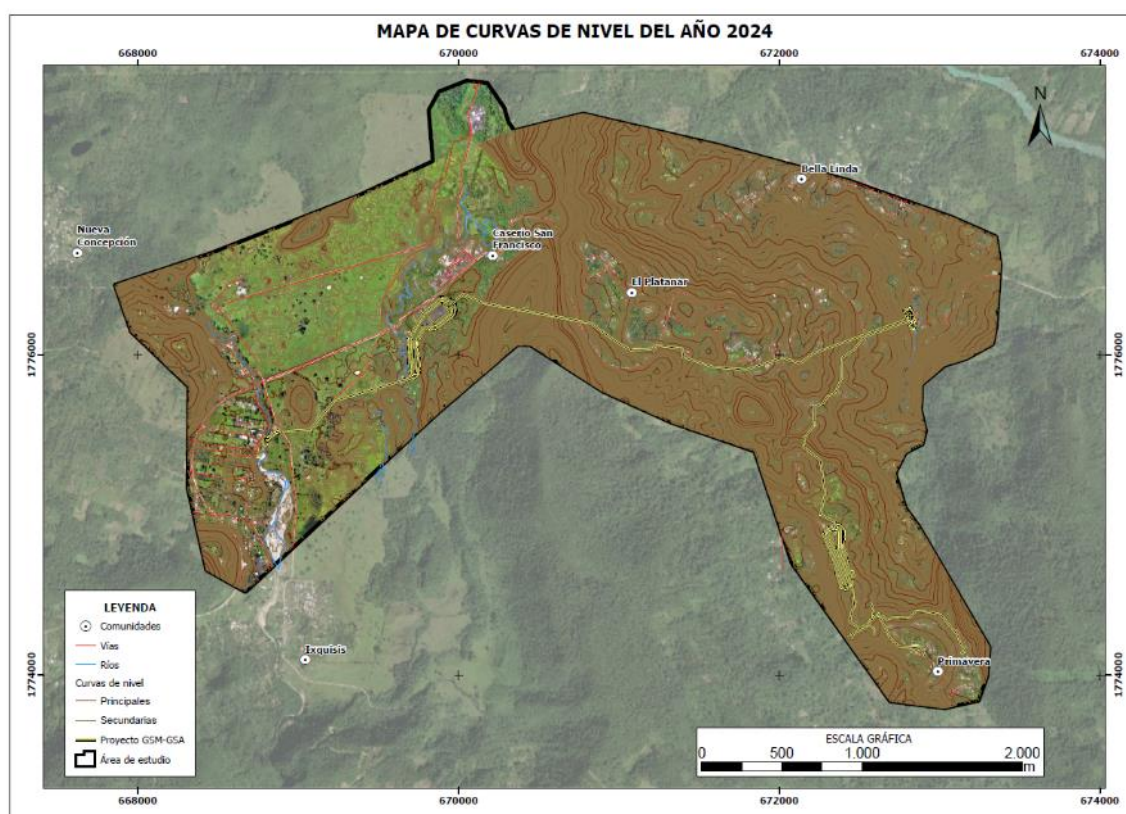
FIGURA No. 17: MAPA ORTOFOTO IXQUISIS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Mapa curvas de nivel: Curvas de nivel a 1 metro de intervalo, generadas mediante el software Pix4D, estas curvas de nivel son un insumo esencial para análisis detallados de la topografía, planificación de obras civiles y estudios de riesgo geotécnico.

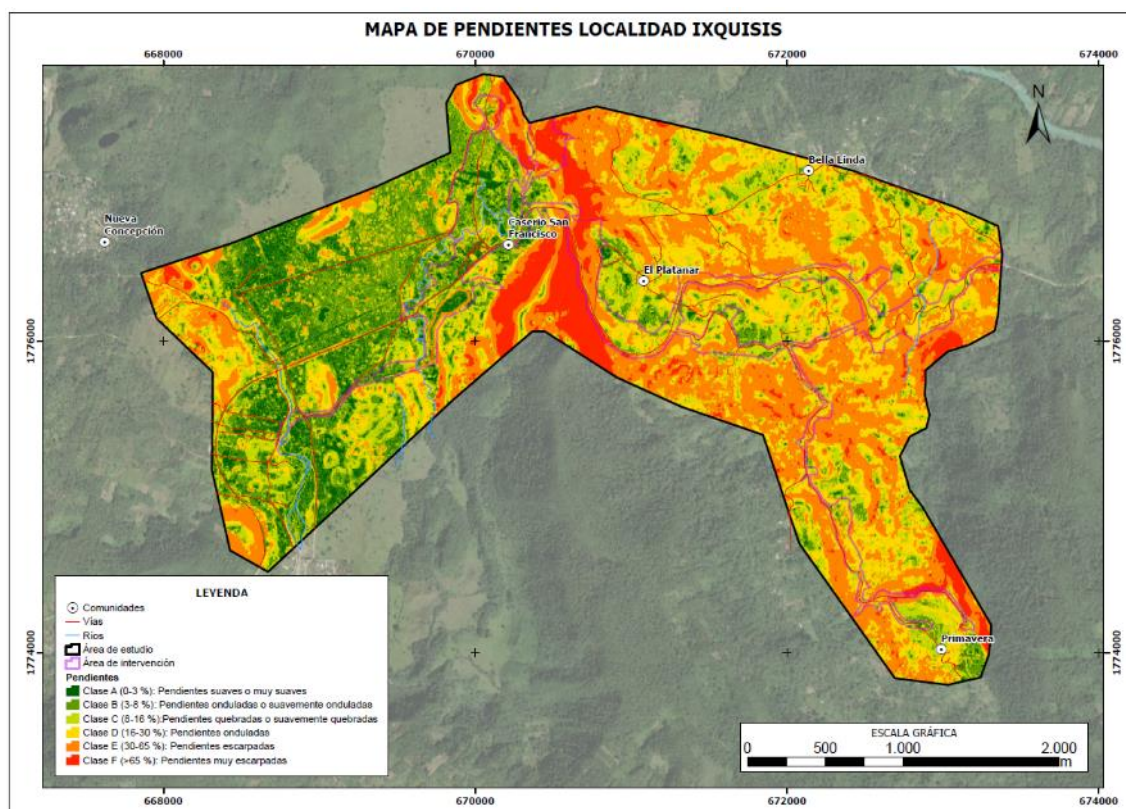
FIGURA No. 18: MAPA DE CURVAS DE NIVEL



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Mapa de pendientes: utilizando el Modelo Digital del Terreno (MDT), se elaboró un mapa que clasifica las pendientes en rangos específicos.

FIGURA No. 19: MAPA DE PENDIENTES



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Se utiliza la propuesta dada por Soil Survey Staff (1951), usada para clasificación de suelos americanos:

TABLA No. 11 CLASES DE PENDIENTES

Clase	Límites		Denominaciones
	(%)		
A	Inferior:	0	Pendientes a nivel: La escorrentía superficial es lenta o muy lenta no hay problemas para la utilización de maquinaria agrícola. No hay peligro de erosión hídrica, excepto en suelos muy susceptibles a ello y con pendientes, aunque simples, muy amplias.
	Superior:	3	
B	Inferior:	3	Pendientes muy suaves o suaves: La escorrentía es lenta o media. No hay limitación para el uso de maquinaria agrícola. La erosión depende de la susceptibilidad del suelo. No habrá pérdidas considerables de suelo independientemente del tipo de uso, o la presencia de lluvias intensas, riesgo de erosión bajo.
	Superior:	8	
C	Inferior:	8	Pendientes fuertes y muy fuertes: Quebradas o suavemente quebradas. La escorrentía puede llegar a ser rápida. Hay problemas para la utilización de maquinaria pesada. El riesgo de erosión es bajo, y se puede controlar con prácticas de manejo adecuadas, como cultivos en fajas o aterrizados.
	Superior:	16	
D	Inferior:	16	Pendientes moderadamente escarpadas y complejas onduladas: Áreas montañosas de fuerte pendiente, con escorrentía rápida o muy rápida. La maquinaria se usa con dificultad. Áreas recomendadas esencialmente para cultivos con labores de escarda y para pastos o para rotaciones dominadas por cultivos encespedarte. La erosión puede llegar a ser alta, dependiendo del suelo, los usos de suelo son limitados.
	Superior:	30	
E	Inferior:	30	Pendientes escarpadas: Escorrentía muy grave. Zonas no aptas para la agricultura por las pérdidas de suelo que conlleva independientemente del tipo de suelo e intensidad de lluvias. Áreas recomendadas esencialmente para pasto y bosque en las pendientes más fuertes,
	Superior:	65	
F	Inferior:	65	Pendientes muy escarpadas: Prácticamente no se recomienda más que actuaciones de protección. Son zonas de alto riesgo de erosión.
	Superior:	>65	

Fuente: Soil Survey Staff (1951)

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 12 PENDIENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Pendientes del área de estudio	Área (Ha)	%
Clase A (0-3 %): Pendientes suaves o muy suaves	68,32	6,76%
Clase B (3-8 %): Pendientes onduladas o suavemente onduladas	164,79	16,32%
Clase C (8-16 %): Pendientes quebradas o suavemente quebradas	174,21	17,25%
Clase D (16-30 %): Pendientes onduladas	248,92	24,65%
Clase E (30-65 %): Pendientes escarpadas	287,28	28,44%
Clase F (>65 %): Pendientes muy escarpadas	66,50	6,58%
Área de estudio total	1010,01	100,00%

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 13 PENDIENTES EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN TOTAL

Pendientes del área de intervención total	Área (Ha)	%
Clase A (0-3 %): Pendientes suaves o muy suaves	10,89	8%
Clase B (3-8 %): Pendientes onduladas o suavemente onduladas	24,63	19%
Clase C (8-16 %): Pendientes quebradas o suavemente quebradas	27,18	21%
Clase D (16-30 %): Pendientes onduladas	30,31	23%
Clase E (30-65 %): Pendientes escarpadas	28,42	22%
Clase F (>65 %): Pendientes muy escarpadas	9,14	7%
Área de intervención total	130,61	100.00%

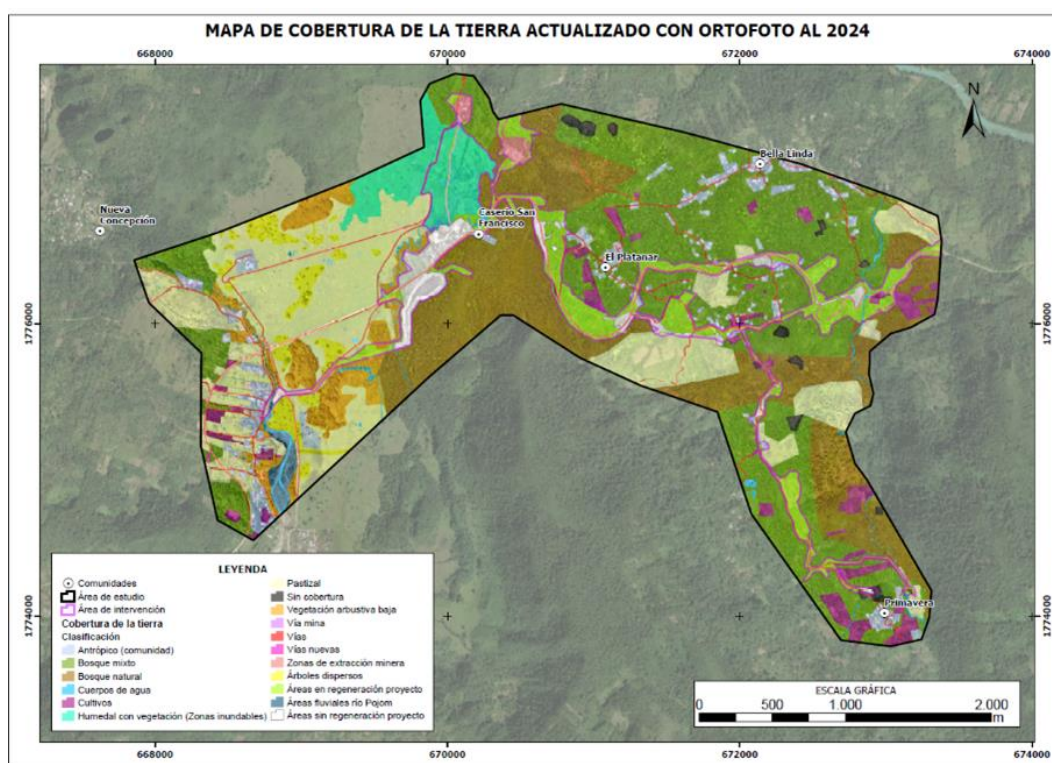
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

El 30% del área de intervención mantiene pendientes tipo D, tipo C en el 27% y tipo E en el 28%, esto quiere decir que el área de intervención tiene pendientes fuertes a escarpadas, lo que determina que la tierra no sea muy apta para la agricultura y existan problemas en utilizar maquinaria para las labores agrícolas; con respecto al riesgo de erosión, puede llegar a ser muy alto en zonas escarpadas, teniendo además zonas donde la escorrentía puede llegar a ser rápida y muy rápida.

Mapa de cobertura de la tierra 2024: Este producto actualizado detalla la distribución de las coberturas terrestres en el área de estudio, destacando las siguientes categorías principales:

- **Coberturas naturales:** Bosques y cuerpos de agua.
- **Coberturas agrícolas:** Cultivos y pastos.
- **Coberturas urbanas:** Zonas antrópicas y áreas construidas.

FIGURA No. 20: MAPA COBERTURA DE LA TIERRA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

En la siguiente tabla se presenta la cobertura de la tierra en 2024, junto con el porcentaje correspondiente de área y la clase de cobertura.

TABLA No. 14 COBERTURA DE LA TIERRA, EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Cobertura de la tierra 2024	Área (Ha)	%
Antrópico (comunidad)	43,93	4,35%
Árboles dispersos	23,85	2,36%
Áreas en regeneración proyecto	64,65	6,40%
Humedal con vegetación (Zonas inundables)	39,30	3,89%
Áreas sin regeneración proyecto	24,11	2,39%
Bosque mixto	290,00	28,71%
Bosque natural	196,10	19,42%
Cuerpos de agua	9,82	0,97%
Cultivos	30,84	3,05%
Áreas fluviales río Pojom	5,70	0,56%
Pastizal	197,76	19,58%
Sin cobertura	7,32	0,72%
Vegetación arbustiva baja	43,17	4,27%
Vía mina	0,69	0,07%
Vías	25,92	2,57%
Vías nuevas	1,96	0,19%
Zonas de extracción minera	4,88	0,48%
Área de estudio total	1010,01	100,00%

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 15 COBERTURA DE LA TIERRA, EN EL ÁREA DE INTERVENCIÓN TOTAL.

Cobertura vegetal en el área de intervención total	Área (Ha)	%
Bosque natural	0,19	0,14%
Cultivos	1,10	0,84%
Zonas de extracción minera	4,82	3,69%
Bosque mixto	0,10	0,07%
Áreas en regeneración proyecto	64,58	49,44%
Árboles dispersos	0,00	0,00%
Vegetación arbustiva baja	0,50	0,38%
Pastizal	0,45	0,34%
Vía mina	0,69	0,53%
Cuerpos de agua	2,26	1,73%
Antrópico (comunidad)	2,13	1,63%
Sin cobertura	0,47	0,36%
Áreas sin regeneración proyecto	23,59	18,06%
Vías nuevas	1,95	1,49%
Vías	7,97	6,10%
Áreas fluviales río Pojom	0,12	0,09%
Humedal con vegetación (Zonas inundables)	19,66	15,05%
Área de intervención total	130,61	100,00%

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

En lo referente a cobertura de la tierra se tiene que el 49,44% del área de intervención del proyecto está en un proceso de regeneración natural activo y el 18,06% corresponde a áreas que aún no tienen un proceso de regeneración, donde podría ayudarse para que el proceso natural se acelere.

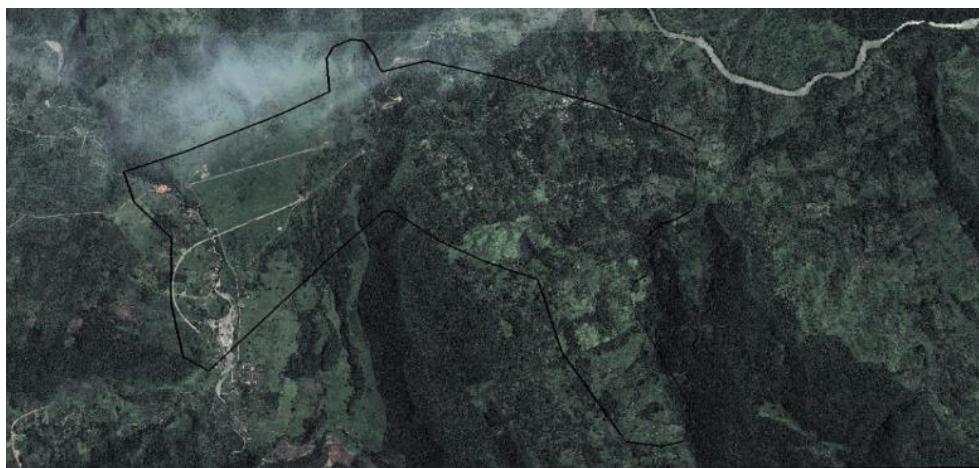
8.1.4 Análisis multitemporal

Se hace uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el objetivo de trabajar sobre imágenes georreferenciadas que permiten la verificación de los cambios efectuados en un periodo de tiempo, se han analizado los años 2011, 2014, 2016 y la fotografía realizada como parte de este estudio en (noviembre 2024). Se trata de la detección de cambios en el “paisaje rural”, su evolución y la dinámica del cambio, esto permite definir con precisión el área de intervención del proyecto GSM-GSA. Tiene especial importancia la verificación de procesos de regeneración natural en las áreas intervenidas por el proyecto GSM-GSA.

El análisis multitemporal permitió comparar las áreas intervenidas por las actividades relacionadas con el proyecto hidroeléctrico, tomando como referencia el año 2011, cuando aún no se había iniciado el proyecto, y los años posteriores 2014, 2016 y 2024. La superficie total del área de estudio, que abarca 1010,01 hectáreas, se utilizó como base para la comparación. El análisis se centró exclusivamente en las áreas afectadas por las obras, como los sitios de implantación de infraestructuras, las áreas circundantes y las vías de acceso tanto a las obras como a las minas, excluyendo las vías existentes en 2011 y las áreas utilizadas por la comunidad en 2024.

Para realizar el análisis se utilizaron imágenes satelitales históricas de Google Earth correspondientes a los años 2011(agosto), 2014(febrero) y 2016 (noviembre), y la ortofoto de 2024, obtenida mediante técnicas fotogramétricas.

FIGURA No. 21: IXQUISIS, AÑO 2011



Fuente: Google Earth, 2011
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 22: IXQUISIS, AÑO 2014



Fuente: Google Earth, 2014
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 23: IXQUISIS, AÑO 2016



Fuente: Google Earth, 2016
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 24: IXQUISIS, AÑO 2024



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Se ha hecho uso del SIG para obtener información georreferenciada facilitando el análisis espacial de los datos.

Sobre la base de este análisis multitemporal se definió las áreas de intervención en cada año tomando como base el 2011, donde el proyecto no inicia actividades. El área de intervención de 2014 abarcó un área de 68,1 ha, en 2016 un área de 90,4 ha, y en 2024 el área fue de 32,49 ha.; para obtener el área de intervención se ha hecho un álgebra de mapas que corresponde a la unión de todas las áreas de intervención, obteniéndose un área de intervención total de 130,61 ha., en la cual se realizaron todos los análisis siguientes.

Definiéndose los siguientes patrones de intervención:

TABLA No. 16 ANÁLISIS MULTITEMPORAL ÁREAS INTERVENCIÓN

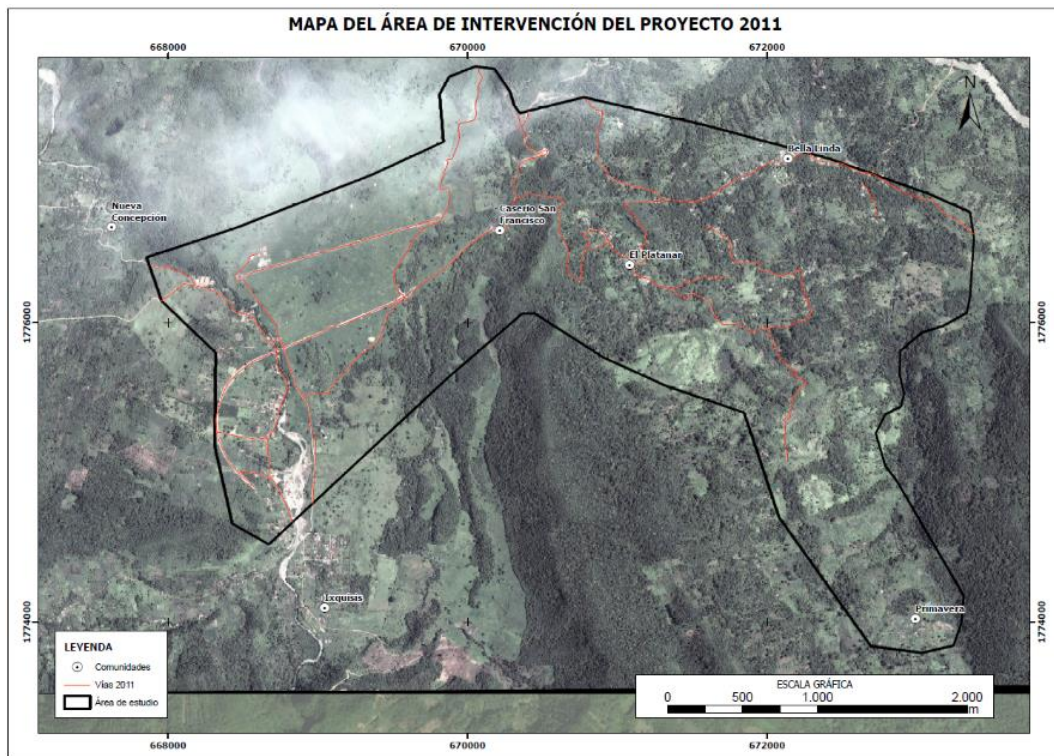
ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN							
Descripción	2011 (Ha)	2014 (Ha)	2016 (Ha)	Análisis de Recuperación 2014-2016 (Ha)	2024 (Ha)	Análisis de Recuperación 2016-2024 (Ha)	Total Regenerado (Ha)
Vías existentes	9,7				25,92		
Vías nuevas					1,96		
Vía Mina					0,69		
Área de Intervención		68,1	90,4		32,49		
Área de Intervención sin vías (netas)		58,4	80,7	22,4	20,15	60,6	82,9
Área en regeneración					64,65		
Áreas sin regeneración					23,13		
Área de intervención total					130,61		
Tasa anual de recuperación				11,2		7,6	
Porcentaje de regeneración parcial				17,1%		46,4%	
Porcentaje de regeneración total							63,5%

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Este análisis evidenció los patrones de afectación y recuperación en el tiempo, destacando los siguientes hallazgos:

Año 2011: en 2011, el área de estudio se encontraba sin afectaciones en su cobertura vegetal, destacándose una superficie de 9,68 ha correspondientes a vías existentes. No se muestran alteraciones significativas en la vegetación ni en el uso del suelo en ese momento.

FIGURA No. 25: MAPA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN EN EL AÑO 2011



Fuente: Google Earth, 2011

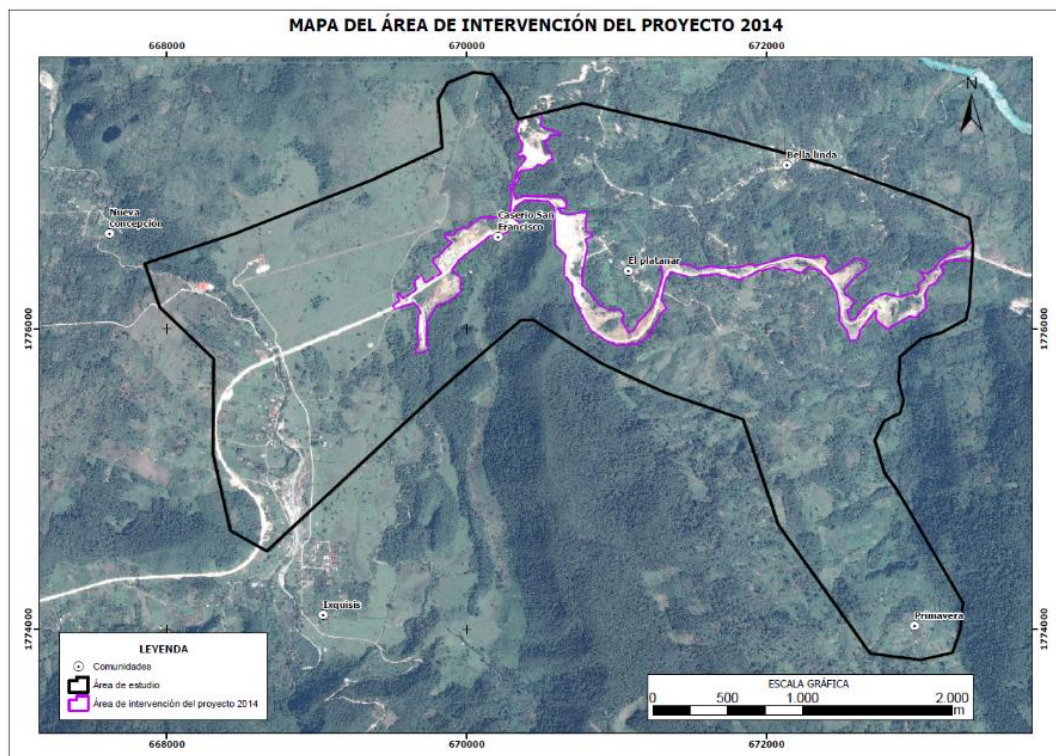
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Año 2014: es la etapa inicial de la construcción del proyecto, se identificaron 68,1 hectáreas intervenidas. Al restar las vías existentes en 2011, el área neta intervenida fue de 58,4 ha. Las principales actividades que define el área de intervención son:

- Movimientos masivos de tierra para la nivelación del terreno.
- Construcción de campamentos y almacenamiento temporal de materiales.
- Abertura de vías de acceso.

A continuación, se presenta el mapa que ilustra el área de intervención en el año 2014.

FIGURA No. 26: MAPA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN EN EL AÑO 2014

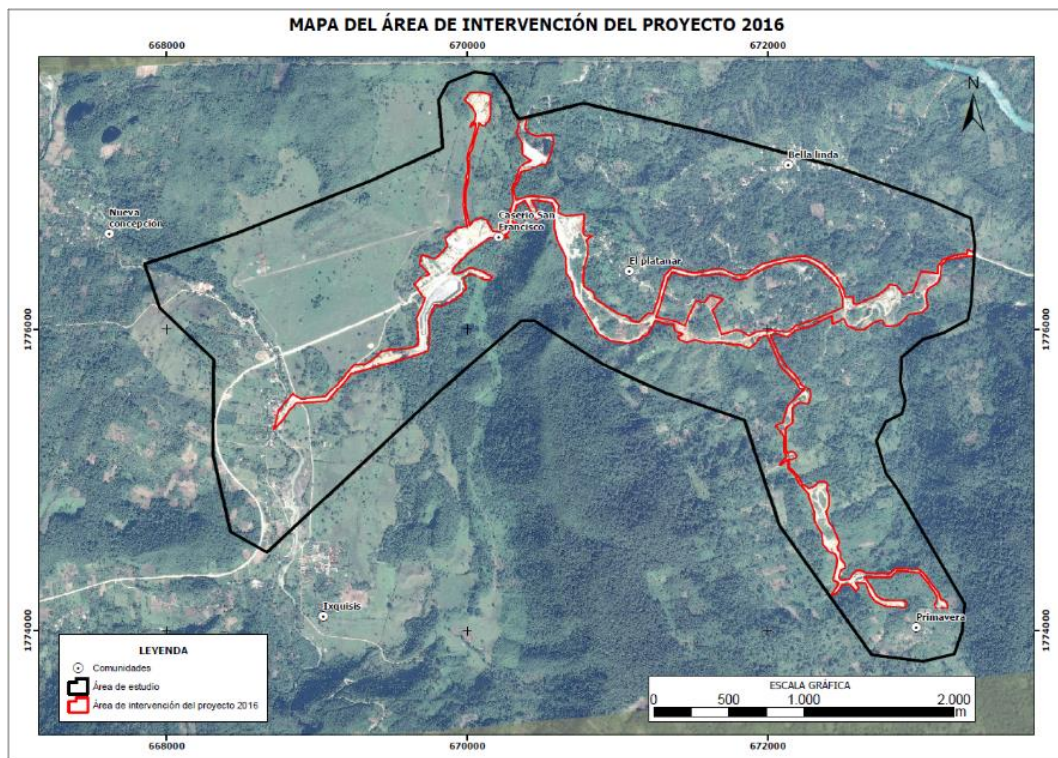


Fuente: Google Earth, 2014

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Año 2016: En esta fase, la superficie de intervención alcanzó 90,4 hectáreas, al restar las vías existentes en 2011, se obtiene un total de 80,7 ha., lo que representa un aumento con respecto a 2014. Este incremento se debe a la expansión de la infraestructura vinculada al proyecto hidroeléctrico, una mayor intervención en áreas agrícolas y forestales, y alteraciones en los cuerpos de agua. A continuación, se presenta el mapa que ilustra las áreas de intervención en el 2016.

FIGURA No. 27: MAPA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN EN EL AÑO 2016

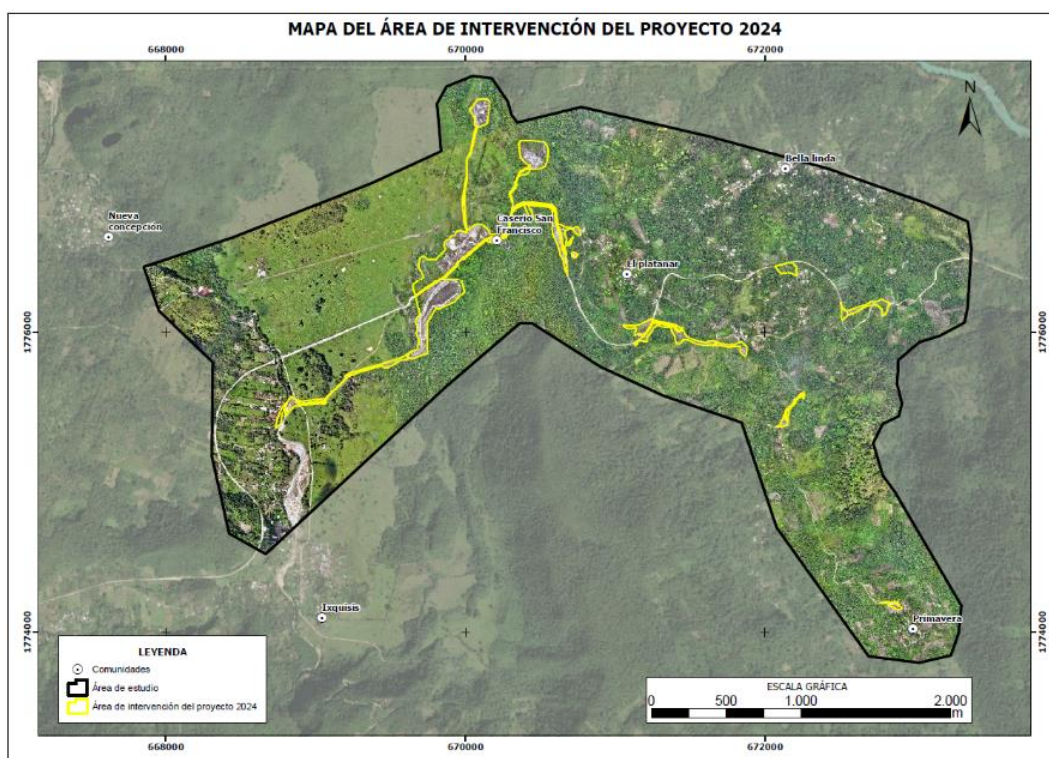


Fuente: Google Earth, 2016

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Año 2024: En el periodo más reciente, las áreas de implantación del proyecto experimentaron una disminución significativa, reduciéndose a 32,49 hectáreas, y sin incluir vías existentes se tienen 20,15 ha. La recuperación del área es del 63,5% (2014-2024). Este notable cambio refleja un proceso importante de regeneración natural. A continuación, se presenta el mapa correspondiente a las áreas afectadas en 2024 y su proceso de regeneración natural.

FIGURA No. 28: MAPA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN EN EL AÑO 2024



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Este análisis ha permitido identificar los patrones de afectación y recuperación a lo largo del tiempo, destacando los siguientes hallazgos:

El estudio revela dos etapas claramente diferenciadas en la dinámica territorial del área de estudio:

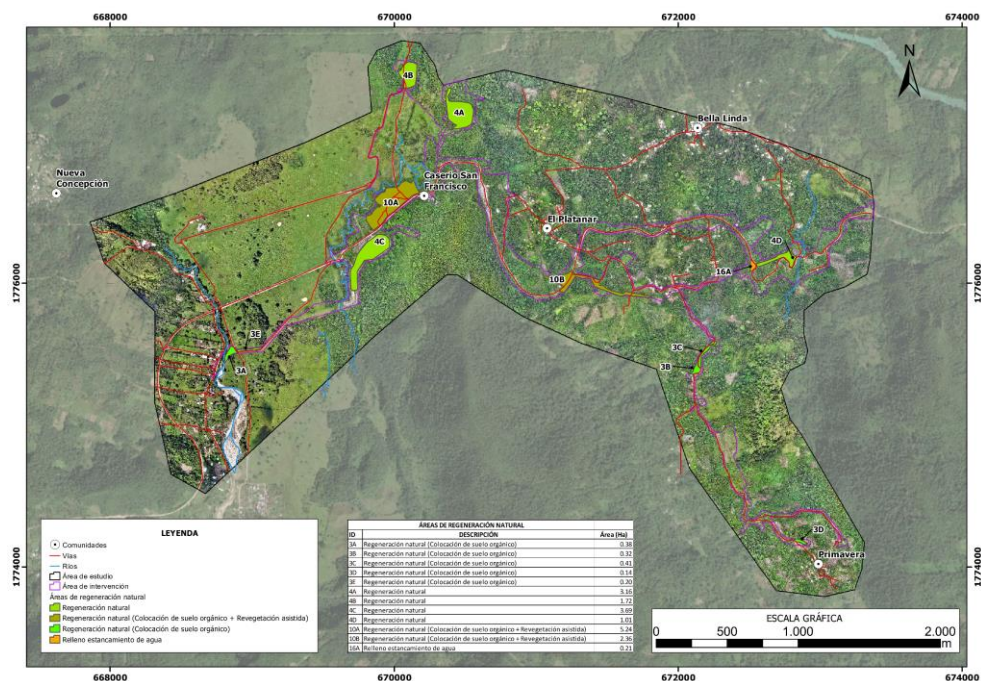
- **Período 2014-2016:** incremento en la superficie intervenida debido a las actividades de construcción e infraestructura asociadas al proyecto, lo que resultó en una expansión del área de implantación de obras. Durante el periodo 2014-2016, la superficie de implantación aumento aumentó de 68,1 ha a 90,4 ha, lo que indica un incremento del 32,8%. Este aumento refleja la expansión de las actividades de excavación y bote (depósito en áreas de escombreras y bote lateral en excavaciones).
- **Fase de recuperación (2016-2024):** proceso de regeneración natural caracterizado por una disminución significativa del área de implantación y un notable aumento en las áreas verdes. La regeneración entre 2016 y 2024 es notablemente mayor que la de 2014-2024 (46,4%).

Sobre la base del análisis multitemporal se tiene que la recuperación del área de intervención entre el año 2014 y 2016 alcanza una tasa de recuperación anual de 11,2 ha., lo que corresponde al 17,1% del área total de análisis; en lo que corresponde al análisis multitemporal entre el año 2016 y 2024 se tiene una tasa anual de recuperación de 7,6 ha., anuales lo que corresponde aún porcentaje de regeneración del 46,4% del área de intervención total del proyecto GSM-GSA. El área total regenerada desde el 2014 al 2024 es de 82,9 ha., lo que corresponde a un 63,5%, en este porcentaje no se toma en cuenta los caminos que son usados por la comunidad; este

porcentaje alto de regeneración natural. Debido a las condiciones de clima y en especial las lluvias abundantes presentes en el área, se tiene una buena capacidad de regeneración natural.

Existen áreas donde el proceso de regeneración natural ha sido lento, o no se ha producido, en donde puede actuarse para acelerar el proceso de regeneración natural, estas son:

FIGURA No. 29: ÁREAS SIN REGENERAR, AÑO 2024



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2. DIMENSIÓN SOCIAL

Los talleres de los mapas parlantes se llevaron a cabo en las siguientes fechas y comunidades:

- Taller 1: Comunidad Ixquis - 25 de noviembre del 2024
- Taller 2: Comunidad de Caserío San Francisco - 26 de noviembre del 2024
- Taller 3: Comunidad de Bella Linda - 27 de noviembre del 2024
- Taller 4: Comunidad de Yulchén Frontera - 28 de noviembre del 2024

Se realizaron en un ambiente participativo, donde los miembros de la comunidad expresaron sus preocupaciones de manera abierta como parte de un ejercicio de reflexivo de ellos mismos y su entorno físico social.

Cada taller incluyó una introducción sobre la importancia del mapeo comunitario como herramienta de diagnóstico que permitan identificar los riesgos sociales que se presentan actualmente en su comunidad desde la perspectiva de sus pobladores, como resultado de la presencia de los proyectos hidroeléctricos San Andrés y San Mateo. Luego, los participantes plasmaron en el mapa sus percepciones sobre el territorio, identificando problemáticas y posibles soluciones.

8.2.1 Mapa Parlante Comunidad Ixquisis

FIGURA No. 30: UBICACIÓN DE TALLER 1, IXQUISIS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.1.1 Desarrollo del Taller con la Comunidad Ixquisis

El taller tubo dos momentos marcados:

Plenaria inicial

Con la presencia de líderes comunitarios de la microrregión de Yichkisis. Se desarrolló dando la bienvenida por parte de la comunidad y la presentación de las organizaciones asistentes (BID Invest, MICI, ONU, ADD, Gobierno Ancestral Plurinacional de las Naciones Originarias Maya Akateko, Maya Chuj, Maya Popti' y Maya Q'anjob'al, AIDA, Plataforma Internacional Contra la Impunidad), se realizó la presentación del equipo consultor de Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., para luego indicar los objetivos de la presencia en territorio de los consultores, las actividades a realizarse y los productos finales esperados. Luego de estas actividades introductorias se dio paso a una plenaria donde cada líder expresó su criterio, en referencia al proyecto hidroeléctrico, sus anhelos y expectativas del estudio a realizarse; estas intervenciones no tuvieron restricciones en tiempo y temática.

Este proceso fue clave para construir confianza, reducir tensiones y coadyuvar a que las actividades de campo se realicen sobre la base de colaboración mutua, respecto, entendiendo que el proyecto busca definir medidas para un bien colectivo, promoviendo un diálogo bidireccional entre los técnicos y la población.

Uno de los desafíos fue la barrera o desconfianza inicial de los participantes por los hechos suscitados, especialmente en relación con la presencia del personal del BID y del equipo consultor.

Sin embargo, a medida que avanzaba el taller, se logró generar un espacio de diálogo fluido donde se compartieron experiencias y conocimientos.

FOTOGRAFÍA No. 30 PLENARIA INICIAL, IXQUISIS



Fuente: CharlieG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Mapas Parlante

Se fomentó el trabajo con personas de la comunidad: hombres, mujeres, adultos mayores, y se formaron dos grupos de trabajo para que los diferentes riesgos fueran representados en el mapa. Al final del taller, se realizó una plenaria en la que se expusieron los hallazgos y se discutieron posibles soluciones y estrategias.

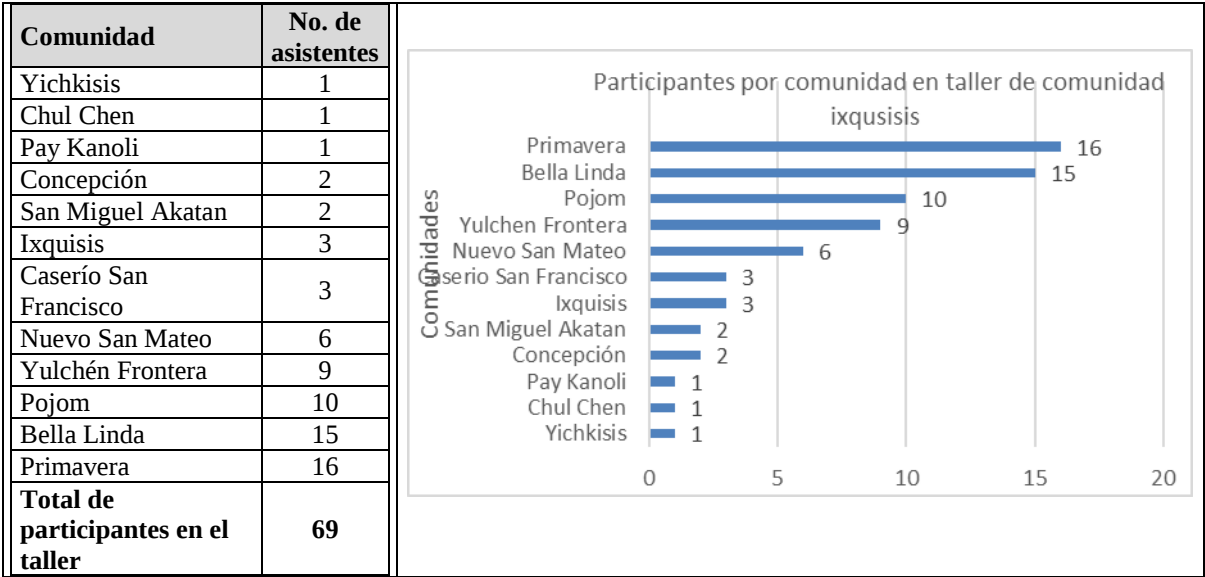
FOTOGRAFÍA No. 31 PARTICIPACIÓN MAPA PARLANTE COMUNIDAD IXQUISIS



Elaboración: CharlieG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

La siguiente tabla presenta el total de participantes en el taller de mapas parlantes en la comunidad Ixquis. La tabla muestra el número de asistentes por comunidad, al taller. En total, se contó con 69 participantes, de los cuales 3 eran residentes de Ixquis.

TABLA No. 17 TOTAL DE PARTICIPANTES EN TALLER DE COMUNIDAD IXQUISIS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.1.2 Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Ixquisis:

El mapa parlante muestra las preocupaciones de la comunidad respecto a las siguientes percepciones:

Grupo 1

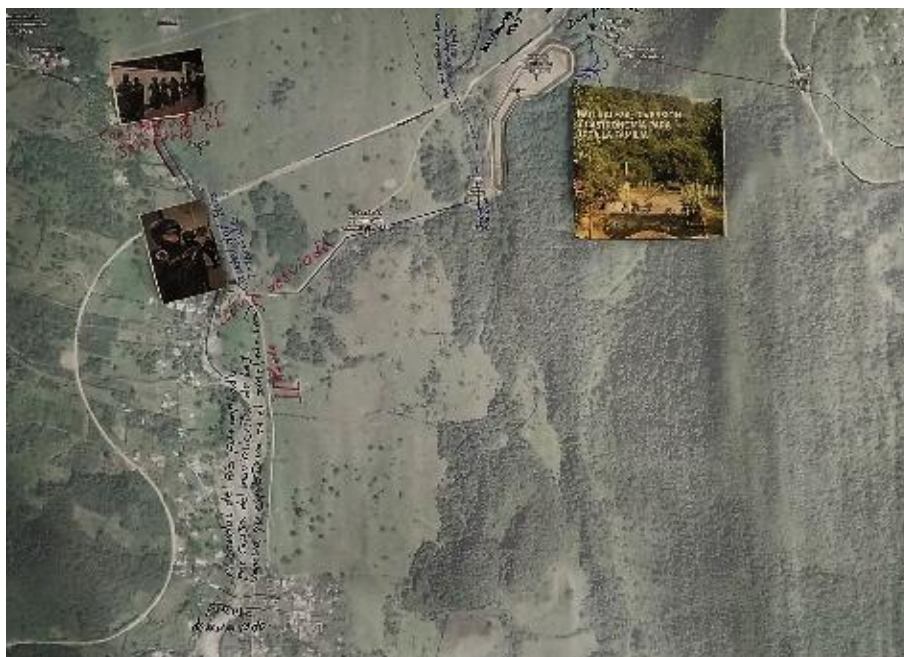
- Contaminación sanitaria donde se encuentra el campamento militar.
- El caudal del río desviado y fue ampliado por causa del movimiento de la bomba que explota en el túnel de cerro.
- Lluvia desviada.
- Puente derrumbado.
- Afectación de cultivos de cardamomo y milpas.
- Desborde Río Negro.
- El ejército intimida a los pobladores de las comunidades y tienen drenaje de los baños sanitarios en el río.
- PNC están resguardando a la empresa.
- El ejército y la PNC viven dentro de la propiedad de la empresa.

Grupo 2

- Desviación del cauce del río, afectando el acceso al agua y los ecosistemas locales.
- Deterioro del medio ambiente debido a la construcción de infraestructura hidroeléctrica.
- Contaminación por desechos y residuos industriales (aceites y desechos) de la planta de autogeneración eléctrica para el proyecto.

- La explosión del cerro el Platanar causando los posibles derrumbes.
- Tubería enterrada que fue parte de la infraestructura del proyecto.
- Judicialización¹⁰ de líderes sociales y comuneros.
- En el marco de las protestas sociales, falleció el Sr. Sebastián Alonzo Juan¹¹.
- Supuesto intento de violación a una chica del sector por parte de la seguridad privada de la empresa y militar.

FOTOGRAFÍA No. 32 MAPA PARLANTE COMUNIDAD IXQUISIS GRUPO 1



Elaboración: Taller 1, Ixquis

10 Las organizaciones: Gobierno Plurinacional de las Naciones Originarias Akateko, Chuj, Q'anjob'al y Popti, Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente –AIDA- Plataforma Internacional contra la Impunidad, señalan que existen pronunciamientos de organismos internacionales que han analizado y documentado procesos que califican como de “criminalización” en la zona de Yich K'isis.

11 “El fallecimiento no fue por causas naturales y existen evidencias de heridas de bala”. Aclaración solicitada por las organizaciones: Gobierno Plurinacional de las Naciones Originarias Akateko, Chuj, Q'anjob'al y Popti, Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente –AIDA- Plataforma Internacional contra la Impunidad.

FOTOGRAFÍA No. 33 MAPA PARLANTE COMUNIDAD IXQUISIS GRUPO 2



Elaboración: Taller 1, Ixquisis

8.2.1.3 Propuestas de solución por parte de la Comunidad Ixquisis:

Las soluciones propuestas por la comunidad incluyen:

Grupo 1

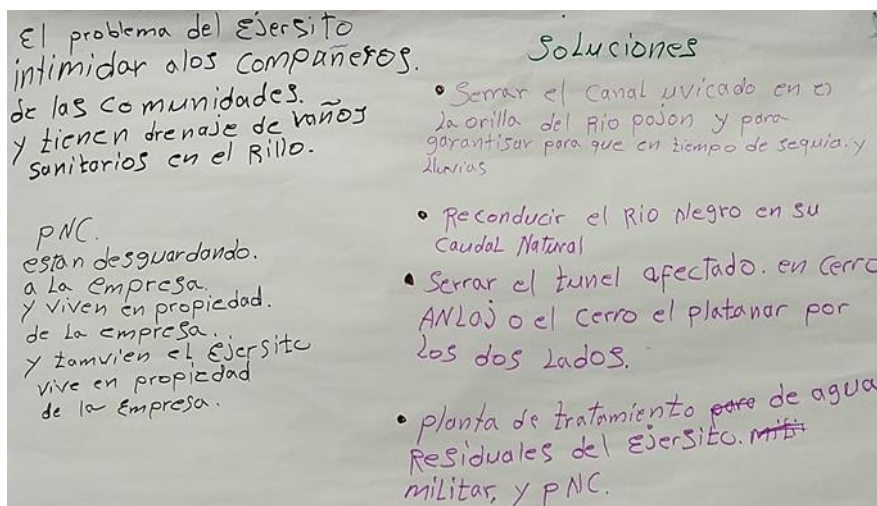
- Cerrar el canal ubicado en la orilla del Río Pojom.
- Reconducir el Río Negro en su caudal natural.
- Cerrar el túnel afectado en el cerro Anlaj y el cerro El Platanar por los dos lados.
- Planta de tratamiento de agua residuales en las instalaciones del campamento del ejército y PNC.

Grupo 2

- Retiro de chatarra.
- Restaurar las áreas afectadas por la construcción, implementando estrategias de reforestación y recuperación ecológica.
- Reconducir el Río Negro a su cauce natural para restaurar su flujo original.
- Cerrar el túnel afectado en Cerro Anlaj y Platanar por ambos lados para evitar más impactos ambientales.
- Cerrar el canal ubicado en la orilla del río Pajón para evitar afectaciones en tiempos de sequía y lluvias.
- Retiro de baterías sanitarias ubicadas en terrenos de la empresa que están siendo utilizadas por los militares, policías y seguridad privada a la fecha.
- Retiro de militares, seguridad privada del destacamento y que dejen de acosar a las mujeres.
- Retiro de la turbina en el río Pojom.

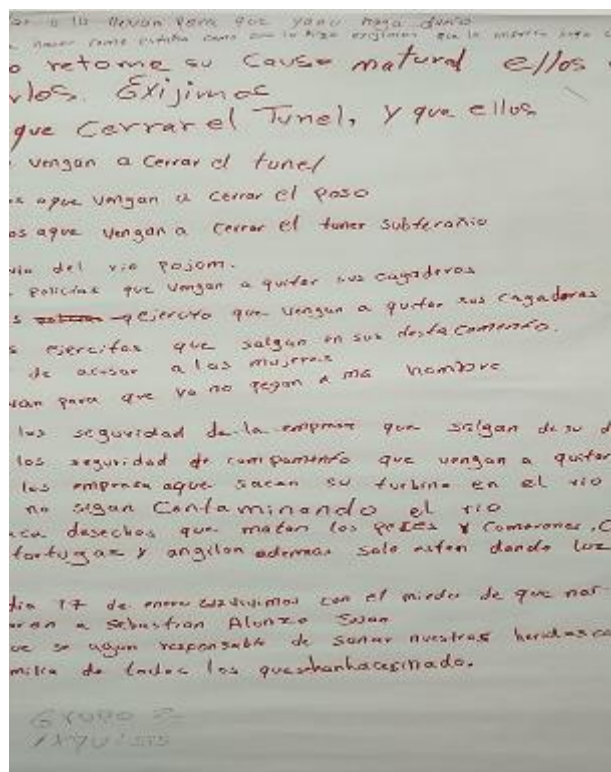
- Contaminación del río que está disminuyendo los peces, camarones, cangrejos, tortugas, anguilas.
- Sensación de inseguridad en la comunidad.
- Reparación a la comunidad y a las personas que han sido afectadas.

FOTOGRAFÍA No. 34 MAPA PARLANTE SOLUCIONES COMUNIDAD IXQUISIS GRUPO 1



Elaboración: Taller 1, Ixquisis

FOTOGRAFÍA No. 35 MAPA PARLANTE SOLUCIONES COMUNIDAD IXQUISIS GRUPO 2



Elaboración: Taller 1, Ixquisis

8.2.1.4 Inspección social Comunidad Ixquisis

Durante la inspección social de la Comunidad Ixquisis se realizaron observaciones en el río Pojom, donde los testimonios de la comunidad indicaron olores inusuales y disminución en la presencia de peces, posibles cambios en la coloración del agua; sin embargo, no se pudo evaluar en sitio los impactos mencionados.

8.2.1.5 Análisis de la percepción de la comunidad Ixquisis ante el proyecto

Preocupación por la contaminación del agua:

- Los habitantes han notado un cambio en la calidad del agua desde la construcción del proyecto hidroeléctrico.
- Se han observado residuos sanitarios y aguas residuales que afectan el uso doméstico y agrícola del agua.
- Algunas familias han reportado enfermedades estomacales y de la piel, posiblemente relacionadas con el contacto con agua contaminada.

Sensación de incertidumbre y vulnerabilidad:

- La desviación del cauce del río ha generado miedo sobre la disponibilidad de agua a futuro.
- La comunidad teme que, con el tiempo, el acceso al agua potable se vuelva más difícil o se privatice.
- Existe desconfianza hacia las autoridades y las empresas, ya que no han recibido información clara sobre las acciones para mitigar el impacto ambiental.
- Impacto en la economía y la agricultura:
- Algunos pobladores dependen del río para actividades económicas como la pesca y la agricultura, pero la alteración del cauce y la contaminación han reducido la productividad.

Destrucción del ecosistema local:

- La comunidad ha identificado una reducción en la flora y fauna nativa debido a la intervención en el río y la deforestación en la zona de construcción.
- Se ha observado la muerte de peces y otras especies que dependen del agua del río, lo que afecta la biodiversidad local.

Falta de espacios de diálogo y toma de decisiones:

- Los habitantes sienten que no fueron consultados adecuadamente antes de la construcción del proyecto.
- Hay una percepción de exclusión en la toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales de su territorio.
- La comunidad ha manifestado su interés en ser parte de las soluciones y participar en mecanismos de monitoreo del agua y el ambiente.

Rechazo total a la presencia de la empresa en el territorio:

- La comunidad ha manifestado que no quiere el ingreso ni la permanencia de la empresa en su territorio, debido al impacto negativo que ha tenido en su calidad de vida y en el medio ambiente.

- Se percibe que la empresa no ha cumplido con compromisos ambientales y sociales, lo que ha generado un sentimiento de desconfianza y descontento entre los habitantes.
- La comunidad considera que el proyecto hidroeléctrico no les ha traído beneficios, sino más bien problemas como la contaminación del agua y la afectación a sus medios de vida.

Exigencia de retiro inmediato de las fuerzas militares y policiales:

- La presencia de fuerzas militares y de la Policía Nacional Civil (PNC) en propiedades de la empresa ha generado un clima de intimidación y vulnerabilidad para la comunidad.
- Indican que se han reportado casos donde miembros de la comunidad se sienten vigilados o amenazados cuando intentan denunciar los problemas ambientales o exigir respuestas.
- La comunidad exige que las fuerzas militares y policiales se retiren del territorio, ya que consideran que su presencia solo responde a los intereses de la empresa y no a la seguridad de la población.

Preocupación por la contaminación del agua y sus efectos en la salud:

- El drenaje de residuos sanitarios al río ha afectado la calidad del agua que consumen las familias, lo que ha provocado enfermedades gastrointestinales y problemas en la piel.
- La comunidad teme que la contaminación continúe empeorando si no se toman medidas urgentes para restaurar el ecosistema.

Impacto en la economía y en la vida cotidiana:

- Se percibe que la alteración del cauce del río ha dificultado el acceso al agua para el riego de cultivos, afectando la agricultura, que es una de las principales fuentes de sustento de la comunidad.

Pérdida del equilibrio ecológico y daño a la biodiversidad:

- La construcción de infraestructura hidroeléctrica ha llevado a la desaparición de especies de peces y otros animales que dependían del río para su supervivencia.
- La deforestación en la zona del proyecto ha aumentado la erosión del suelo y ha afectado la biodiversidad local.

Exigencia de ser escuchados y de participar en las decisiones sobre su territorio:

- La comunidad denuncia que no fue consultada adecuadamente antes de la implementación del proyecto y que sus preocupaciones han sido ignoradas.
- Exigen que se respeten sus derechos y que se les involucre en cualquier proceso de decisión relacionado con el uso de los recursos naturales en su territorio.

La comunidad fue enfática en su rechazo a la presencia de la empresa hidroeléctrica y de las fuerzas militares en su territorio. Exigen el retiro inmediato de ambos, así como la implementación de soluciones concretas para restaurar el ambiente y “garantizar su acceso a agua limpia y segura”.

8.2.2 Mapa parlante caserío San Francisco

FIGURA No. 31: UBICACIÓN DEL TALLER 2, CASERÍO SAN FRANCISCO



Elaboración: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.2.1 Desarrollo del taller con el caserío San Francisco

La agenda preestablecida contemplaba la realización del Taller de Mapas Parlante en la comunidad El Platanar, la dirigencia de los Reclamantes tomó la decisión de ejecutar el taller en el caserío San Francisco sin previo aviso ni consulta. Esta reubicación inesperada requirió una rápida adaptación por parte de los facilitadores a esas nuevas condiciones. El espacio físico donde se ejecutó el taller no prestaba las condiciones, al ser un espacio improvisado, donde no se pudo contar con la protección de los participantes y materiales ante la lluvia permanente.

A pesar de estos cambios, el taller logró realizarse y fomentar un espacio de diálogo abierto en el que los asistentes compartieron sus experiencias y conocimientos. La comunidad participó activamente, organizados en dos grupos de trabajo para identificar y representar los distintos riesgos en el mapa parlante. También se integró una visión de género, resaltando las percepciones y preocupaciones de las mujeres.

Al finalizar la jornada se llevó a cabo una plenaria en la que se expusieron los hallazgos y se debatieron soluciones y estrategias para enfrentar los riesgos identificados.

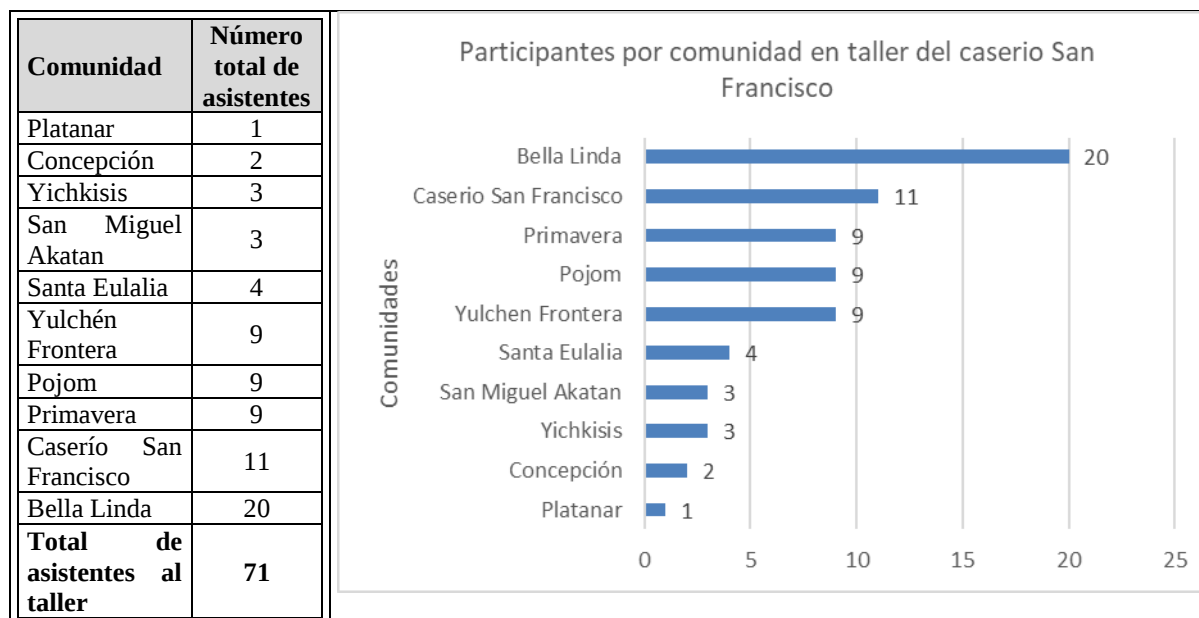
FOTOGRAFÍA No. 36 PARTICIPACIÓN MAPA PARLANTE COMUNIDAD CASERÍO SAN FRANCISCO



Elaboración: Taller 2, San Francisco

La tabla muestra el número de asistentes por comunidad, evidenciando la participación de distintas localidades en el proceso. En total, se contó con 71 participantes, sin embargo, la participación de los residentes de la comunidad El Platanar prácticamente no existió, únicamente asistió 1 persona.

TABLA No. 18 TOTAL DE PARTICIPANTES EN TALLER DE CASERÍO SAN FRANCISCO



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Durante las actividades sociales, se sugirió crear un espacio de conversación sólo entre mujeres. Se aceptó la sugerencia y se convocó a una reunión con todas las mujeres locales presentes en ese momento, incluyendo a jóvenes y adultas mayores, en un esfuerzo por crear un espacio inclusivo para el intercambio de ideas y preocupaciones. La reunión fue dirigida por la Oficial Social de BID Invest, quien facilitó la conversación y se encargó de guiar el flujo

de la misma. Durante el encuentro, las mujeres pudieron compartir abiertamente sus experiencias previas con el proyecto, reflexionando sobre su impacto en la región, así como expresar las preocupaciones y desafíos que enfrentan actualmente en sus comunidades. Este espacio se centró principalmente en brindar una plataforma segura para el diálogo, sin embargo, no se aplicó la metodología del mapa parlante ni otras técnicas de consulta social que se habían acordado previamente para la misión.

Es relevante señalar que en este encuentro no estuvieron presentes los técnicos de la consultora. Sin embargo, a lo largo de todo el proceso de consulta social llevado a cabo para el estudio técnico del Plan de Restauración, las mujeres participaron de manera activa y significativa en todas las etapas. Durante esas actividades, se implementaron metodologías como el mapa parlante, lo que permitió una participación más estructurada y organizada, favoreciendo un intercambio de información completo y enriquecedor. La inclusión de las mujeres en estos procesos no solo fue fundamental para la recopilación de datos, sino que también fortaleció la legitimidad y la representatividad de las decisiones tomadas en torno al proyecto

8.2.2.2 Descripción de mapas parlantes del caserío San Francisco:

El mapa parlante muestra las preocupaciones de la comunidad respecto a:

Grupo 1

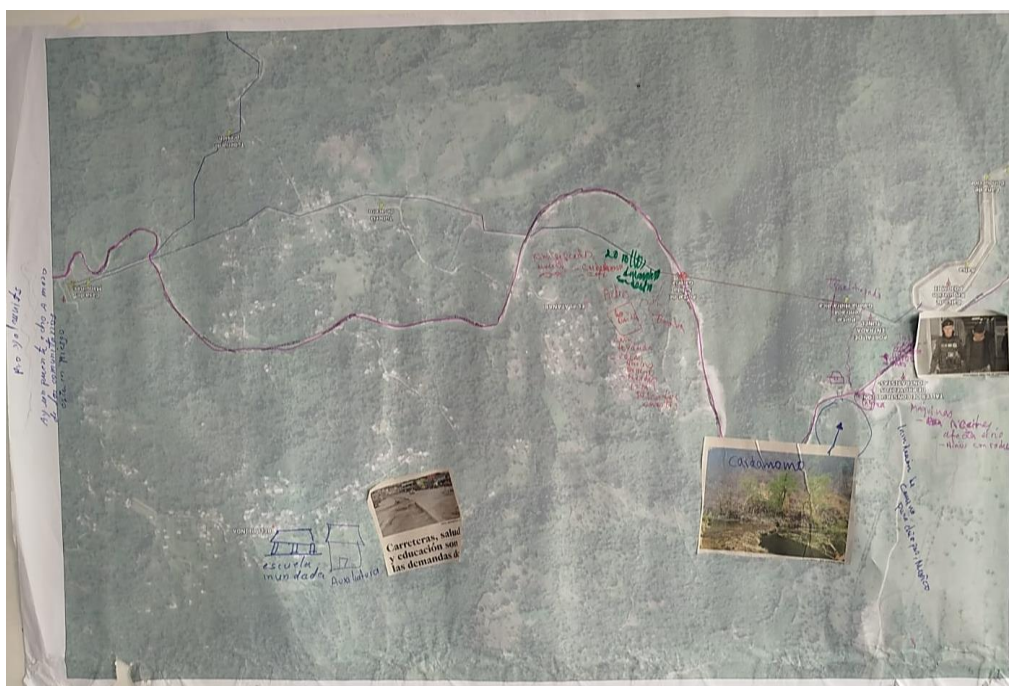
- El puente sobre el río Yalrunits, construido de forma comunitaria, está en riesgo de colapso.
- El camino que conecta con Chiapas en México sufre constantes inundaciones, dejando incomunicadas a las comunidades.
- Tres viviendas sufrieron daños en su infraestructura durante la construcción de la represa, embalse y túnel debido a detonaciones.
- La carretera principal también queda inhabilitada por las inundaciones.
- El paso que conectaba las casas con la vía principal se derrumbó.
- El cierre del túnel ha provocado la inundación de cultivos de café, milpa y cardamomo, afectando la producción agrícola.
- La perforación del cerro por parte de la empresa provocó la caída de piedras, destruyendo láminas de viviendas y dejando 60 cuerdas de terreno inutilizables debido a la acumulación de rocas.
- Se han perdido cosechas de cardamomo, café y árboles de cedro.
- 22 rollos de mangueras quedaron enterrados y destruidos, afectando el acceso al agua.
- La planta de autogeneración eléctrica ha contaminado la laguna con residuos industriales y aceites, afectando la calidad del agua que abastece a las familias. Esto ha generado problemas de salud en niños, como erupciones en la piel, caída del cabello y afecciones en los oídos.
- Se han reportado muertes masivas de peces (10000), caracoles y camarones debido a la contaminación del agua. 11 vacas, 8 borregos y 5 cerdos murieron tras ser aplastados por las piedras desprendidas.
- La detonación de explosivos en la construcción ha provocado la caída de esquirlas sobre viviendas.
- Se ha generado una escorrentía de agua inusual, causando inundaciones en el sector.

- Debido a los desbordamientos, los niños dejaron de asistir a la escuela de Yichikisis y ahora estudian en El Platanar.
- Durante las tormentas de 2020, la escuela y la casa de la auxiliar comunitaria se inundaron; la escuela sigue en desuso.
- La Policía Nacional Civil (PNC) intimida a los habitantes de las comunidades.
- Las familias afectadas por estos daños han sido denunciadas penalmente por exigir soluciones.
- La comunidad evita pasar por el destacamento militar y la PNC por temor a ser detenidos.

Grupo 2

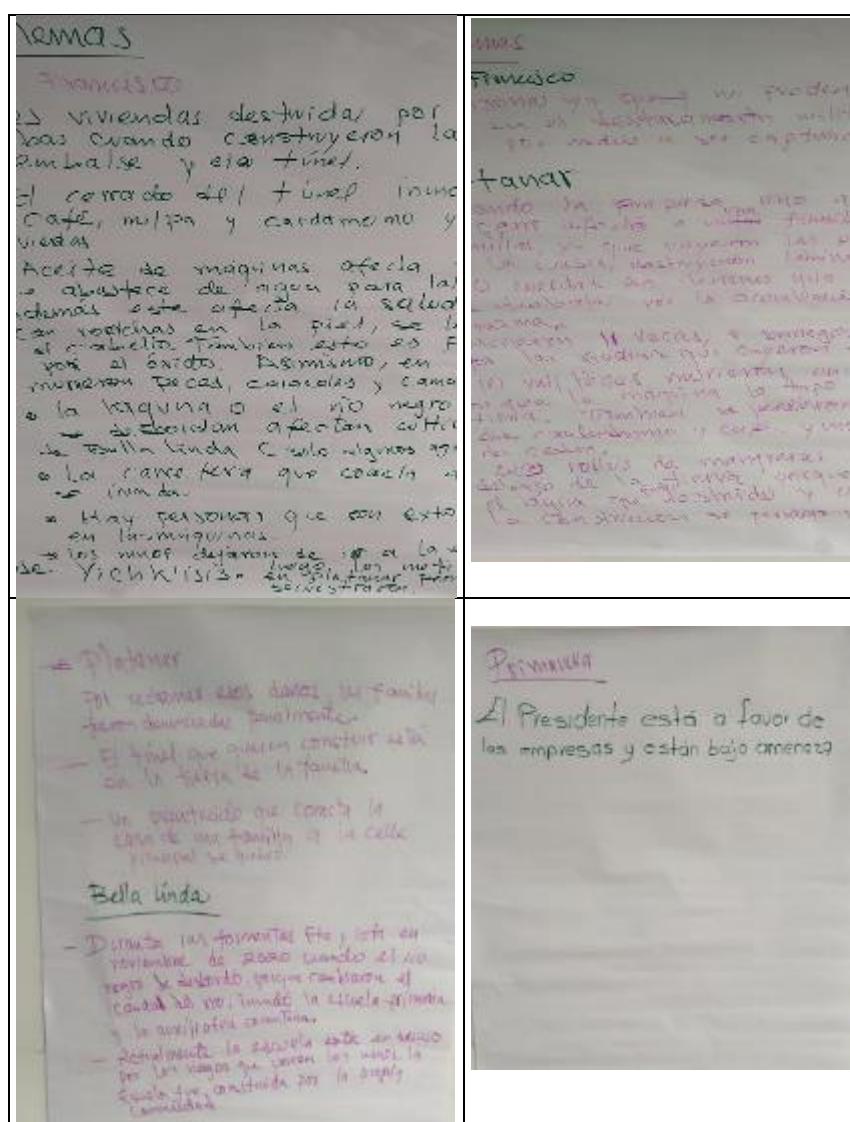
- Inseguridad en la comunidad generada por la presencia de PNC, militares y seguridad privada.
- Amenazas e intimidaciones por parte del personal de seguridad de la empresa a las familias de San Francisco.
- Fallecimiento del compañero Sebastián Alonzo.
- Judicialización de líderes sociales y comuneros, con denuncias y órdenes de captura contra ocho personas.
- Personas heridas en enfrentamientos o actos de represión.
- Vigilancia policial nocturna sin coordinación con la comunidad.
- División social en la comunidad a raíz del proyecto y los conflictos asociados.
- Contaminación del río por desechos industriales (aceites y otros residuos) atribuidos al proyecto.
- Deterioro del medio ambiente debido a la construcción de infraestructura hidroeléctrica.
- Desborde del río y riesgo de futuros desbordes, ocasionando daños en las comunidades cercanas.
- Inundaciones en Ixquisis, San Francisco y Bella Linda, derivadas del desvío del río Pojom.
- Hundimiento de tres casas en el sector San Francisco.
- Pérdida de terrenos, cultivos y afectaciones a la producción agrícola.
- Desaparición de animales y pérdida de especies acuáticas (camarón, pescado, caracol, tortuga, etc.).
- Migración de la comunidad
- Incumplimiento de las promesas empresariales (por ejemplo, construcción de escuelas y clínicas).

FOTOGRAFÍA No. 37 MAPA PARLANTE CASERÍO SAN FRANCISCO, GRUPO 1



Elaboración: Taller 2, San Francisco

FOTOGRAFÍA No. 38 MAPA PARLANTE CASERÍO SAN FRANCISCO, GRUPO 1



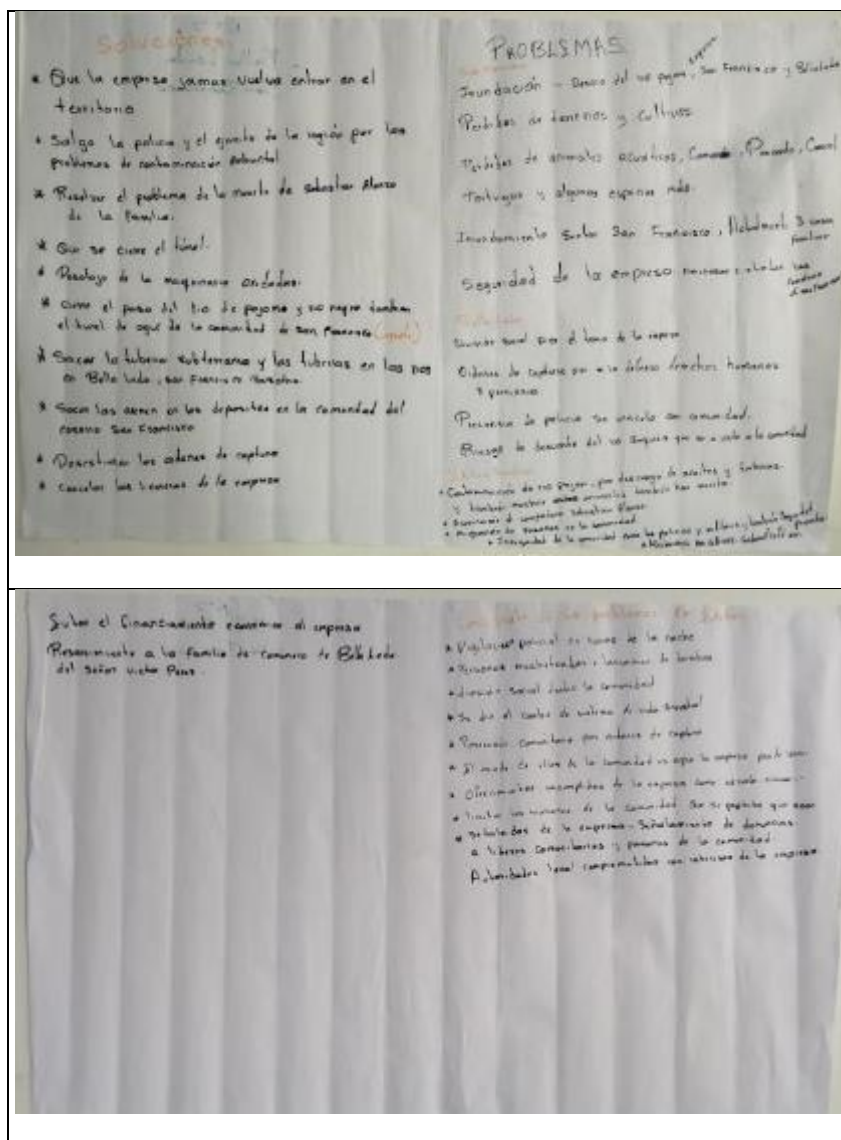
Elaboración: Taller 2, San Francisco

**FOTOGRAFÍA No. 39 MAPA PARLANTE COMUNIDAD CASERÍO SAN FRANCISCO,
GRUPO 2**



Elaboración: Taller 2, San Francisco

FOTOGRAFÍA No. 40 MAPA PARLANTE COMUNIDAD CASERÍO SAN FRANCISCO, GRUPO 2



Elaboración: Taller 2, San Francisco

8.2.2.3 Propuestas de solución por parte del caserío San Francisco:

Las soluciones propuestas por los participantes incluyen:

Grupo 1

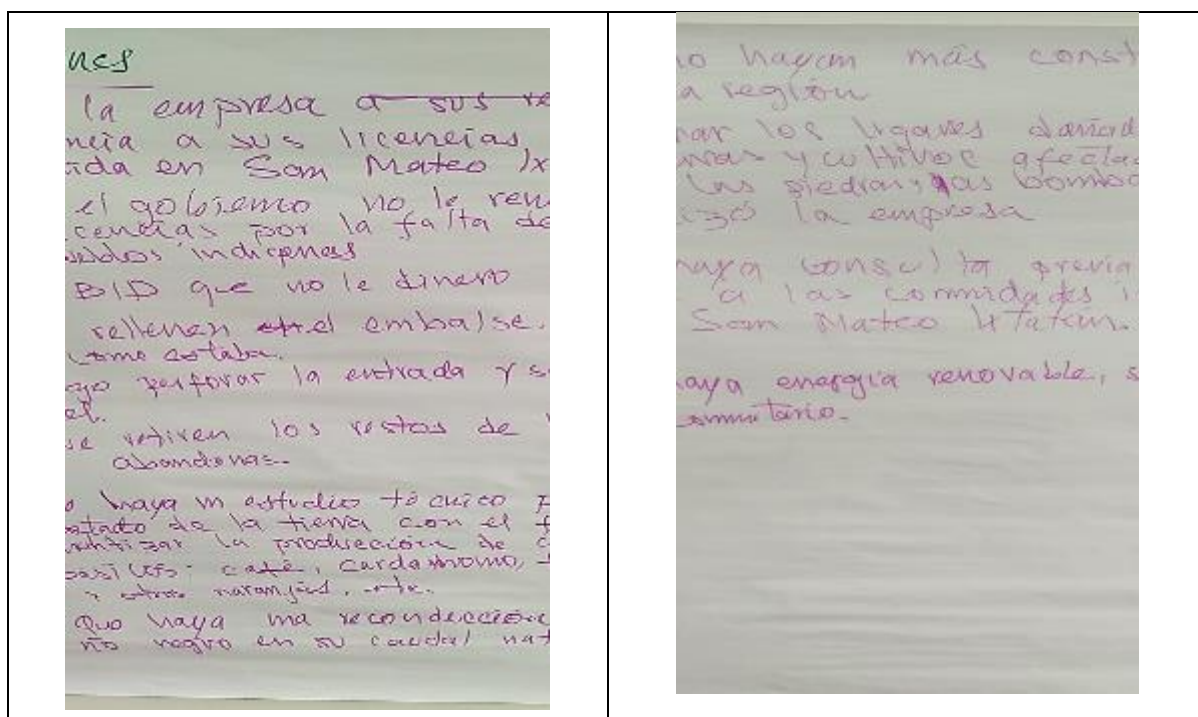
- La empresa debe renunciar a sus licencias y anunciar su retiro de San Mateo Ixtatán.
- El gobierno no le renueve las licencias debido a la falta de consulta a los pueblos indígenas.
- El BID no le debe otorgar financiamiento a la empresa.
- Rellenar el embalse y restaurarlo a su estado original previo a la perforación del túnel.
- Es necesario el retiro de los restos de la maquinaria abandonada.

- Se debe realizar un estudio técnico para evaluar la calidad del suelo y garantizar la producción de los cultivos básicos: café, cardamomo, frijol, maíz y otros.
- El Río Negro debe ser restituido a su cauce natural.
- No se permitan nuevas construcciones en la región.
- Reparar las zonas afectadas y cultivos dañados por la caída de piedras.
- Realización de una consulta previa e informada a las comunidades indígenas.
- Existencia de energía renovable, sostenible y un cementerio.

Grupo 2

- La empresa no ingrese a territorio.
- La salida de la policía y el ejército de la región por los problemas de contaminación ambiental.
- Resolver el caso de la muerte de Sebastián Alonzo y brindar apoyo a la familia.
- Desestimar las órdenes de captura contra miembros de la comunidad.
- Otorgar resarcimiento a la familia del comunero Sr. Victor Pérez.
- Cerrar el túnel.
- Retirar la maquinaria oxidada del área.
- Cancelar las licencias de operación de la empresa.
- Detener el financiamiento económico a la empresa.
- Cierre del paso del río Pojom y río Negro y el túnel de comunidad de San Francisco.
- Retirar la tubería subterránea y otras tuberías instaladas en los ríos.
- Retirar las arenas de los depósitos del caserío San Francisco.

FOTOGRAFÍA No. 41 MAPA PARLANTE SOLUCIONES CASERÍO SAN FRANCISCO, GRUPO 1



Elaboración: Taller 2, San Francisco

FOTOGRAFÍA No. 42 MAPA PARLANTE SOLUCIONES CASERÍO SAN FRANCISCO GRUPO 2



Elaboración: Taller 2, San Francisco

8.2.2.4 Inspección social Caserío San Francisco

Los participantes del taller identificaron que, durante la etapa constructiva, hubo afectaciones a viviendas del caserío; sin embargo, en la inspección social-técnica realizada en el caserío San Francisco no fue posible verificar dichos daños ya que el portal de salida del túnel está lejano al área. Otros riesgos señalados por los residentes, como la erosión progresiva del suelo y los posibles deslizamientos, no pudieron ser completamente analizados y validados por el tiempo transcurrido desde el inicio del evento hasta la fecha de inspección, por lo que para la fase de gabinete se hace uso del análisis multitemporal descrito en el **Anexo B**. Informe Generación de Cartografía y Ortofotografía.

8.2.2.5 Análisis de la percepción del caserío San Francisco ante el proyecto

Preocupación por la contaminación del agua:

- La comunidad ha reportado cambios en la calidad del agua desde que se iniciaron las obras de la represa, el embalse y el túnel.
- Señalan que la planta de autogeneración eléctrica vierte residuos industriales y aceites que contaminan ríos y lagunas, afectando el consumo humano y la agricultura.
- Indican que se han observado muertes masivas de peces, caracoles y camarones, y se han presentado enfermedades en niños (erupciones en la piel, caída del cabello y afecciones auditivas) asociadas al uso de agua contaminada.

Sensación de incertidumbre y vulnerabilidad:

- El desvío de ríos genera incertidumbre sobre la disponibilidad y calidad del agua en el futuro.
- Los habitantes temen que el acceso al agua potable pueda verse limitado o privatizado, intensificando la vulnerabilidad de la comunidad.
- Existe una profunda desconfianza hacia las autoridades y las empresas, pues consideran que no han sido informados ni consultados adecuadamente sobre los impactos del proyecto.

Economía y la agricultura:

- Buena parte de la comunidad depende de la agricultura (café, cardamomo, maíz, frijol) y, en menor medida, de la pesca y de la comercialización de productos locales.
- La contaminación y el desvío del cauce de los ríos han afectado los cultivos, provocando pérdidas económicas.
- La apertura del túnel generó inundaciones que dañaron extensas áreas de cultivo, y la caída de piedras por las explosiones dejó 60 cuerdas de terreno inutilizables.

Destrucción del ecosistema local:

- La alteración de los ríos (Pojom, Negro, Yalrunits) y la construcción de infraestructura han ocasionado derrumbes, caída de escombros y deforestación, lo que contribuye a la erosión del suelo.

- Se ha reportado una notable disminución de especies nativas y la muerte de animales domésticos (vacas, borregos y cerdos) aplastados por rocas desprendidas durante las detonaciones.
- La comunidad menciona el incremento de escorrentías inusuales y desbordamientos, atribuidos a modificaciones en el entorno natural y la acumulación de desechos.

Falta de espacios de diálogo y toma de decisiones:

- Los habitantes denuncian que no se realizó una consulta previa e informada, a pesar de que se trata de un proyecto que afecta directamente su territorio y sus recursos.
- Consideran que sus reclamos no han sido atendidos y que las instancias gubernamentales y la empresa han minimizado los impactos ambientales y sociales.
- La comunidad insiste en ser parte activa en la búsqueda de soluciones, especialmente en el monitoreo de la calidad del agua y del suelo.

Rechazo total a la presencia de la empresa en el territorio

- La comunidad exige la cancelación de las licencias y el retiro definitivo de la empresa, argumentando que el proyecto no ha traído beneficios, sino perjuicios a su forma de vida.
- Aseguran que la empresa incumplió promesas (como construcción de escuelas y clínicas) y señalan que no hay compensaciones justas por los daños ocasionados.
- Manifiestan que, mientras la empresa siga operando, los problemas de contaminación, inundaciones y destrucción de cultivos continuarán.

Exigencia de retiro inmediato de las fuerzas militares y policiales:

- La presencia de la PNC y fuerzas militares en el territorio es percibida como un acto de intimidación y represión.
- Indican que los líderes comunitarios han sido judicializados o amenazados y la comunidad considera que los destacamentos responden más a los intereses de la empresa que a la protección de la ciudadanía.
- Indican que han existido casos donde la PNC vigila o detiene a quienes reclaman sus derechos, alimentando la sensación de inseguridad y vulnerabilidad.

Profunda afectación en la salud y el bienestar social:

- Se indica, que el contacto con agua contaminada ha provocado enfermedades gastrointestinales, de la piel y respiratorias, sobre todo en la población infantil.
- Familias afectadas por las inundaciones y explosiones han tenido que desplazarse o enfrentar una drástica disminución en sus medios de subsistencia.
- El clima de tensión y miedo ha desarticulado la vida comunitaria, generando división entre aquellos que exigen la salida del proyecto y quienes buscan algún tipo de acuerdo.

Pérdida del equilibrio ecológico y daño a la biodiversidad:

- Las detonaciones han generado escombros que destruyen zonas boscosas y contaminan las corrientes de agua, afectando la biodiversidad local.

- Indican que la construcción de túneles y embalses modificó el ciclo natural de ríos y quebradas, provocando la desaparición de especies y reduciendo la pesca artesanal.

Exigencia de ser escuchados y de participar en las decisiones

- La comunidad recalca que las autoridades y la empresa deben restituir el río Negro y el cauce natural de otros afluentes, retirar maquinaria abandonada y remediar los daños al ambiente.
- Piden la realización de una consulta previa e informada a los pueblos indígenas, respetando su derecho a decidir sobre su territorio.
- Reiteran su voluntad de participar en procesos de monitoreo ambiental que permitan reconstruir la confianza y preservar sus medios de vida.

8.2.3 Mapa parlante comunidad Bella Linda

FIGURA No. 32: UBICACIÓN DEL TALLER 3, COMUNIDAD BELLA LINDA



Elaborado: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.3.1 Desarrollo del taller con la comunidad Bella Linda

La jornada en Bella Linda comenzó de manera particular, con un diálogo general en el que diversos actores sociales de relevancia expusieron sus demandas, expectativas y observaciones respecto al proyecto hidroeléctrico Generadora San Andrés y San Mateo. A medida que avanzaba la discusión se fue consolidando un espacio de diálogo y apertura, lo que permitió que los participantes aceptaran la metodología de los mapas parlantes y llevaran a cabo la actividad.

El taller se transformó en un espacio inclusivo y participativo, en el que tanto hombres como mujeres, jóvenes y personas de la tercera edad pudieron expresarse. La comunidad de Bella Linda estuvo presente de manera activa, organizándose en dos grupos de trabajo para identificar y representar los distintos riesgos en el mapa parlante.

Al finalizar la jornada se realizó una plenaria en la que se presentaron los hallazgos y se debatieron posibles soluciones y estrategias para abordar los riesgos identificados.

FOTOGRAFÍA No. 43 PARTICIPACIÓN MAPA PARLANTE COMUNIDAD BELLA LINDA

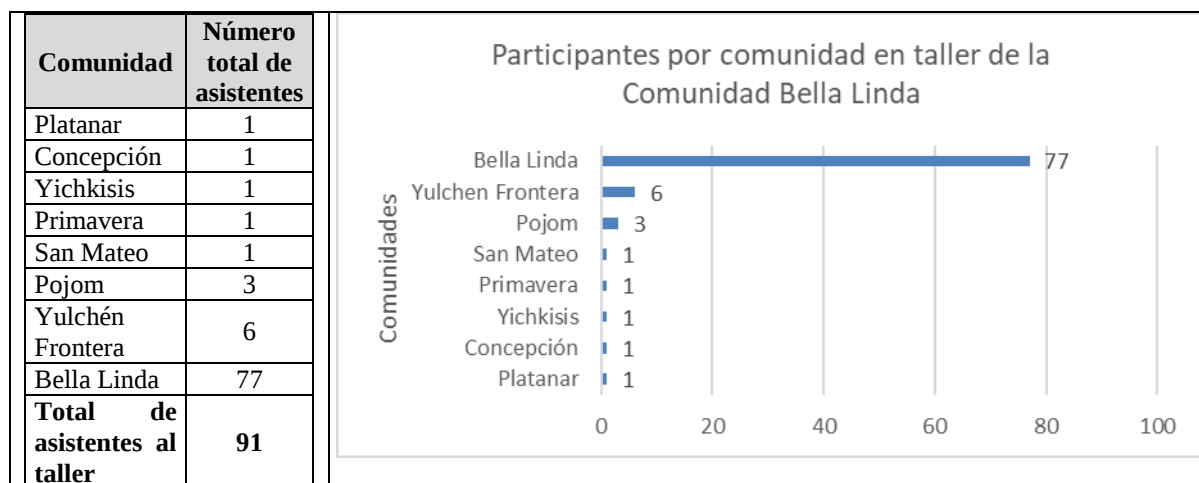


Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Es importante destacar que, en comparación con otros talleres, la comunidad de Bella Linda tuvo una gran afluencia de personas locales. No obstante, se debe considerar que hubo pocas personas que por decisión propia decidieron no registrarse.

La siguiente tabla presenta el número de asistentes por comunidad que participaron en el taller, evidenciando la diversidad de comunidades que participaron. En total, se contó con 91 participantes registrados.

TABLA No. 19 TOTAL DE PARTICIPANTES EN TALLER DE LA COMUNIDAD BELLA LINDA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.3.2 Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Bella Linda

El mapa parlante muestra las preocupaciones y riesgos sociales de la comunidad respecto a lo siguiente:

Grupo 1

- Contaminación del río Yaluz debido a la presencia de tubería oxidada en el agua
- Zona en riesgo por el incremento del agua.
- Riesgo de deslaves en toda la comunidad Bella Linda, con especial afectación a una vivienda.
- Explotación de una tubería.
- Destrucción de viviendas.
- Perdida de animales y plantas.
- Perdida de fuentes de agua.
- Desbordamiento de los ríos Negro y Pojom.
- Perdida de terrenos debido a los deslaves.
- Deslizamiento de piedras y grava.
- Riesgo asociado a la presencia y operaciones de la empresa.
- Peligro de fallas en el embalse.
- Se hicieron agujeros en la montaña.

Grupo 2

- Riesgo que los ríos Pojom e Ixquisis se seque.
- Presencia de chatarra.
- Presencia y explotación de bancos de arena.
- Destrucción de terrenos.
- Deslaves de arena.
- Riesgo de inundaciones.

- Pérdida de cultivos.
- Pérdida de animales domésticos.
- Afectación a viviendas.
- Riesgo para los niños por los deslaves en la escuela.
- Riesgo de desalojos.
- Deslaves en las carreteras de la comunidad Bella Linda.
- Pérdida de terrenos.
- Pérdidas humanas debido a incidentes relacionados con la empresa.
- Riesgo de contaminación acústica (ruido).
- Contaminación por desechos que afectan a las personas y animales en contacto con el agua.
- Inundación que bloquea el acceso a la carretera.
- Mal olor en la carretera.

FOTOGRAFÍA No. 44 MAPA PARLANTE COMUNIDAD BELLA LINDA GRUPO 1



Elaboración: Taller 3, Bella Linda

FOTOGRAFÍA No. 45 MAPA PARLANTE COMUNIDAD BELLA LINDA GRUPO 2



Elaboración: Taller 3, Bella Linda

8.2.3.3 Propuestas de solución por parte de la Comunidad Bella Linda:

Las soluciones propuestas por los participantes incluyen:

Grupo 1

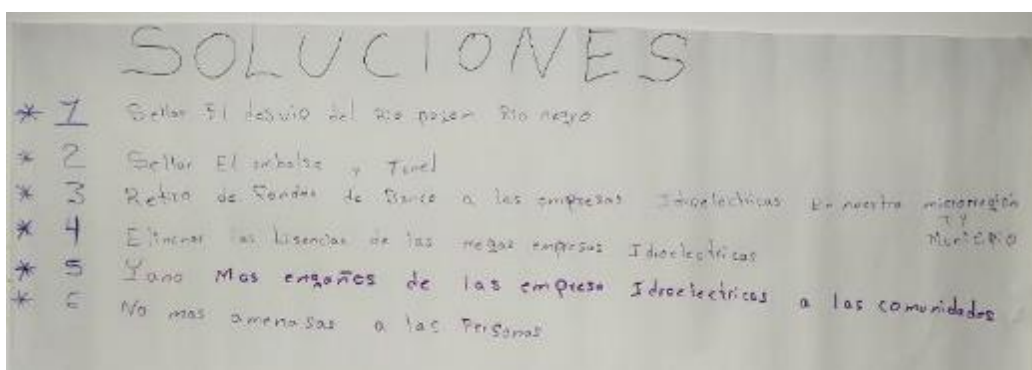
- Sellar el desvío de los ríos Pojom y Negro.
- Sellar el embalse.
- Retiro de los fondos del Banco a la empresa hidroeléctrica en nuestra micro región y municipio.
- Eliminar las licencias (ambientales) de las megas empresas Hidroeléctricas.
- No más engaños de las empresas hidroeléctricas a las comunidades.
- No más amenazas a las personas.

Grupo 2

- Sellar la toma del río Pojom o la tubería que une a los dos ríos.
- Sellar o rellenar la balsa de regulación Pojom II.
- Destapar los desagües agua que hay sobre la laguna.
- Sellar la portada o portal de entrada al túnel.
- Reconocer económicamente la destrucción y explotación de terrenos de cultivo.
- Sellar el portal de salida galería (túnel).
- Retiro de la empresa definitivamente.
- Destruir los desechos que hay en la casa de máquinas Pojom II y sus andares.
- Apoyar a la familia que perdieron a seres queridos.
- Levantar las órdenes de captura.

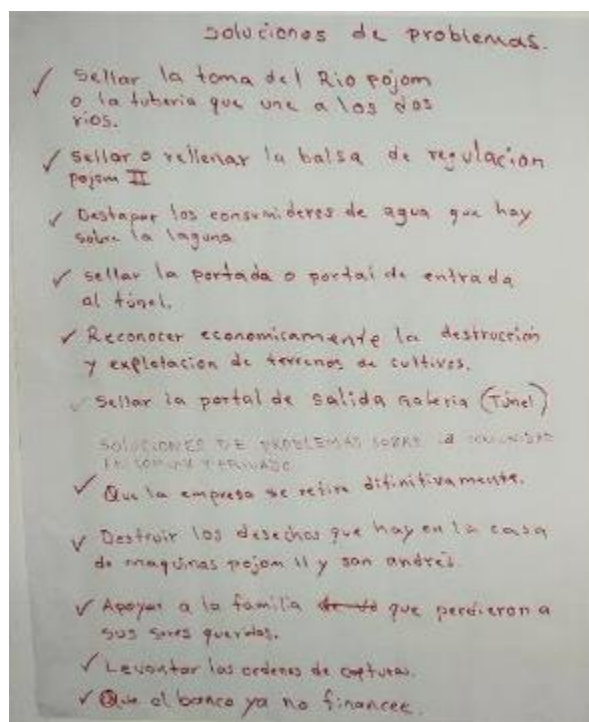
- El Banco no financie a la empresa.

FOTOGRAFÍA No. 46 MAPA PARLANTE SOLUCIONES COMUNIDAD BELLA LINDA GRUPO 1



Elaboración: Taller 3, Bella Linda

FOTOGRAFÍA No. 47 MAPA PARLANTE SOLUCIONES COMUNIDAD BELLA LINDA GRUPO 2



Elaboración: Taller 3, Bella Linda

8.2.3.4 Inspección social comunidad Bella Linda

Durante la inspección social a la comunidad Bella Linda se logró visualizar una posible afectación de cultivos, pero no se pudo evaluar con precisión el grado de impacto en la economía de los pobladores ni en su seguridad alimentaria, puesto que requeriría un seguimiento más detallado. No obstante, otros riesgos señalados por los residentes, como los posibles deslizamientos, no pudieron ser completamente validados.

8.2.3.5 Análisis de la percepción de la comunidad Bella Linda ante el proyecto

La percepción de la comunidad Bella Linda con respecto al proyecto hidroeléctrico ha sido marcada por una profunda preocupación y rechazo, principalmente debido a los múltiples riesgos ambientales, sociales y de infraestructura que se han identificado desde su perspectiva. La comunidad ha expresado su inquietud sobre los impactos negativos que afectan su entorno, su seguridad y su calidad de vida e indican los siguiente:

Impactos Ambientales

- Contaminación del río Yaluz debido a la presencia de tuberías oxidadas en el agua, lo que afecta la calidad del recurso hídrico.
- Riesgo de que los ríos Pojom y Negro se sequen, comprometiendo el equilibrio ecológico y el abastecimiento de agua.
- Pérdida de fuentes de agua, como las utilizadas por Jilberto Mazariego, lo que afecta el acceso al recurso para la comunidad.
- Contaminación por desechos que impacta tanto a las personas como a los animales que entran en contacto con el agua.
- Presencia de chatarra y explotación de bancos de arena, generando degradación ambiental y alteraciones en el ecosistema.

Riesgos Naturales y Daños a la Infraestructura:

- Incremento del nivel del agua, lo que aumenta el riesgo de inundaciones en la comunidad.
- Deslaves que perjudicarían a parte de la comunidad de Bella Linda, con especial afectación a viviendas y carreteras.
- Deslizamiento de piedras y grava, representando un peligro constante para la población.
- Peligro de fallas en el embalse y túnel, lo que podría provocar una catástrofe en caso de colapso.
- Desbordamiento de los ríos Negro y Pojom, afectando el acceso y la seguridad de la comunidad.
- Presencia de agujeros en la montaña que debilitan la estabilidad del suelo y agravan el riesgo de derrumbes.

Impacto en la Comunidad y sus Medios de Vida:

- Destrucción de terrenos y viviendas del sector
- Pérdida de cultivos y animales domésticos, afectando los medios de subsistencia.
- Afectación a viviendas, especialmente por deslaves e inundaciones.

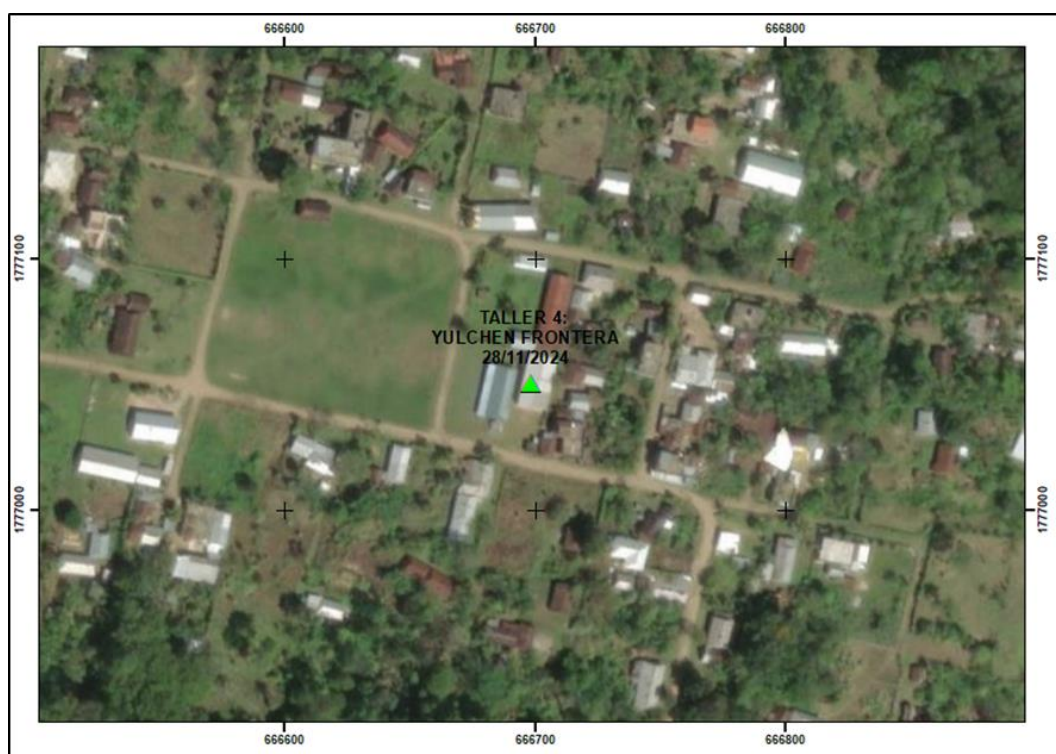
- Riesgo para los niños, debido a los deslaves en la escuela, lo que compromete su seguridad y acceso a la educación.
- Riesgo de desalojos, lo que genera incertidumbre y desplazamiento forzado.

Socioeconómicas:

- Pérdidas humanas, con fallecimientos atribuidos a incidentes relacionados con la empresa.
- Riesgo de contaminación acústica, afectando la tranquilidad de los habitantes.
- Inundaciones que bloquean el acceso a las carreteras, dificultando el transporte y la movilidad.
- Mal olor en la carretera, generando problemas de salud y calidad de vida.
- Riesgo asociado a la presencia y operaciones de la empresa, lo que genera desconfianza en la comunidad.

8.2.4 Mapa parlante comunidad Yulchén Frontera

FIGURA No. 33: UBICACIÓN DEL TALLER 4, COMUNIDAD YULCHÉN FRONTERA



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.4.1 Desarrollo del Taller con la Comunidad Yulchén Frontera.

El taller en Yulchén Frontera, fue solicitado por la comunidad los días previos a al trabajo de campo y solo se indicó en campo el lugar definido para taller.

La jornada en Yulchén Frontera comenzó con la intervención de diversos actores sociales donde expusieron sus demandas, expectativas y observaciones, luego se logró ejecutar la metodología de mapas parlantes con la participación activa e inclusiva de hombres, mujeres, adultos mayores, jóvenes que compartieron sus aportes basados en sus experiencias y

conocimientos sobre la realidad de la comunidad. Se organizaron dos grupos de trabajo para identificar los principales riesgos sociales y posibles soluciones, los cuales fueron representados en el mapa parlante.

Al finalizar la jornada, se realizó una plenaria donde los participantes presentaron los resultados del ejercicio. Durante esta etapa, se discutieron posibles estrategias y soluciones para abordar los riesgos identificados, destacando la relevancia de la organización comunitaria y la necesidad de contar con información clara y accesible sobre el proyecto y sus implicaciones.

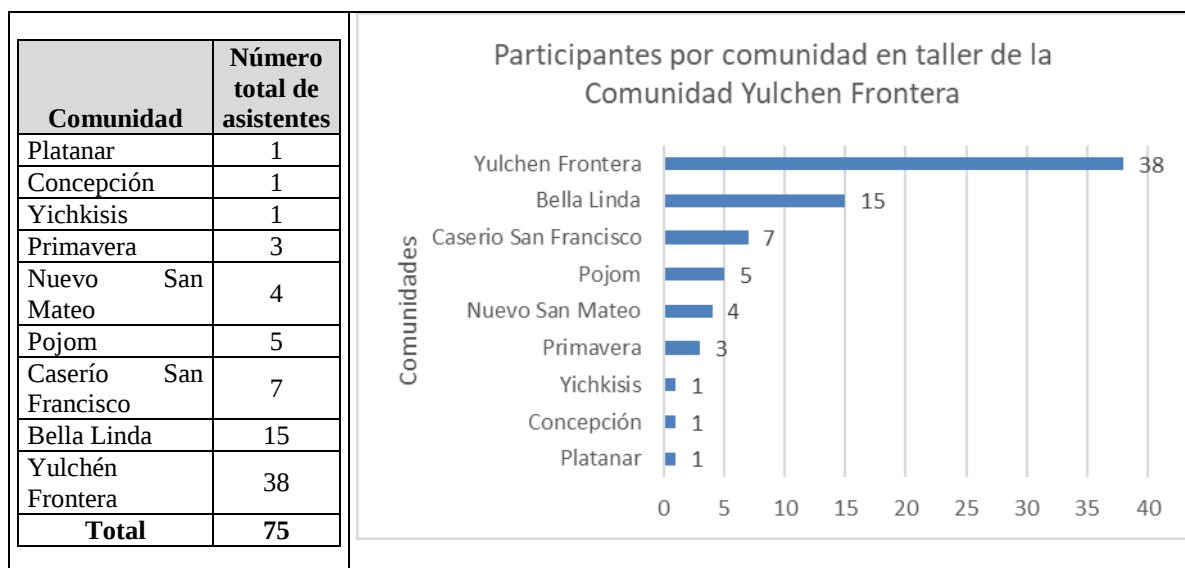
**FOTOGRAFÍA No. 48 PARTICIPACIÓN MAPA PARLANTE COMUNIDAD YULCHÉN
FRONTERA**



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

La siguiente tabla se muestra la distribución de asistentes por comunidad en el taller realizado en Yulchén Frontera, reflejando la diversidad de localidades involucradas en el proceso. En total, se registraron 75 participantes, con una representación mayoritaria de Yulchén Frontera (38 asistentes). Llama la atención la significativa presencia de habitantes de Bella Linda (15 asistentes), a pesar de que esta comunidad ya había participado en un taller previo. Este dato resalta la movilidad de la población entre talleres y su interés por continuar involucrándose en los espacios de diálogo, lo que pudo influir en la dinámica de discusión y en la construcción del discurso colectivo.

TABLA No. 20 TOTAL DE PARTICIPANTES EN TALLER DE LA COMUNIDAD YULCHÉN FRONTERA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

8.2.4.2 Descripción de Mapas Parlantes de la Comunidad Yulchén Frontera

El mapa parlante muestra las preocupaciones de la comunidad respecto a:

Grupo 1

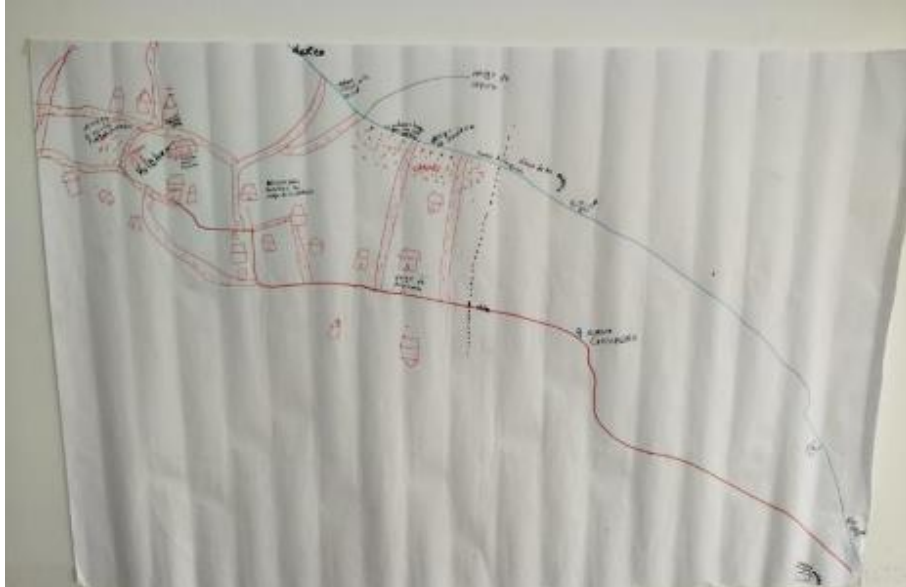
- Agresión por las fuerzas armadas.
- División entre personas de la iglesia.
- División entre personas de la escuela.
- División entre familias por culpa de la empresa.
- Riesgo para la salud.
- Riesgo de detenciones a los pobladores.
- Amenaza de sequías.
- Riesgo al bañarse en el río, ya que provocan la aparición de ronchas.
- Riesgo de inundaciones.
- Drenaje del ejercito va directamente al rio.
- Contaminación del agua por residuos grasos provenientes de las máquinas.

Grupo 2

- Presencia del destacamento militar y de la PNC.
- Perdida de animales arábicos, peces, camarones, judes por la contaminación del agua.
- Contaminación de los ríos, afectando los cultivos y la salud de los niños porque estos se bañan en el rio.
- Desagüe de sanitarios de militares al directamente al río.
- Una avioneta fumiga los cultivos y después lanza lo mismo sobre las viviendas.
- La redirección del caudal también afecta en la producción de cultivos porque se amenora los nutrientes para las milpas.

- El desvío del río podría dejar a la comunidad sin agua. En épocas secas de verano a partir de febrero y mayo el caudal se reduce.
- En el río también se realiza la lavada de ropa y se ve afectada esa actividad.

FOTOGRAFÍA No. 49 MAPA PARLANTE YULCHÉN FRONTERA, GRUPO 1



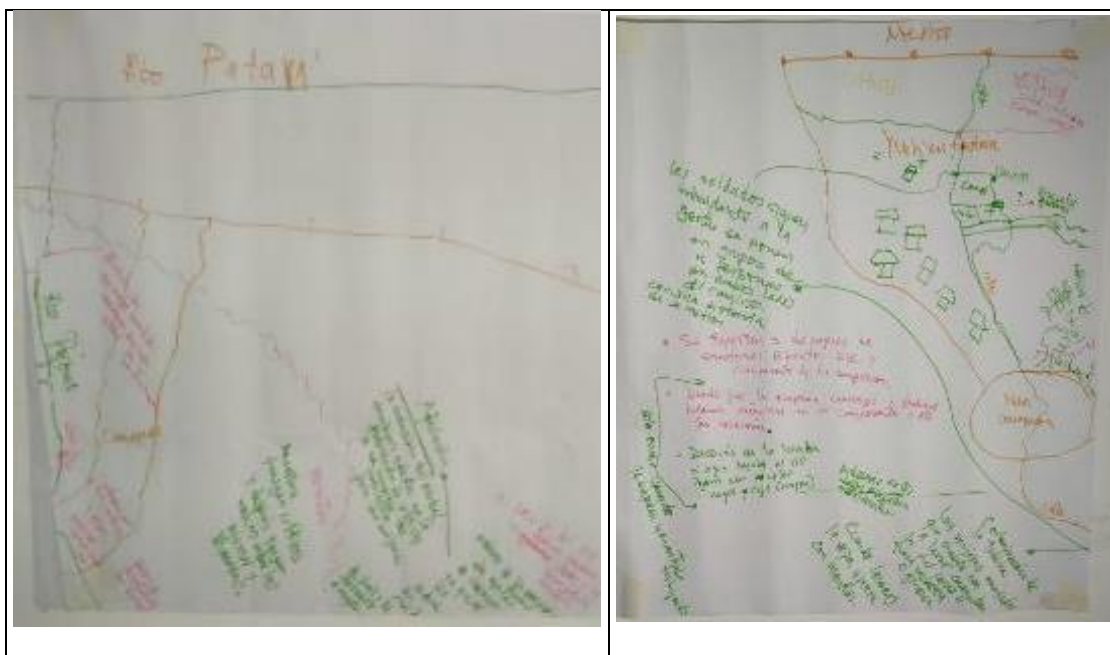
Elaboración: Taller 4, Yulchén Frontera

FOTOGRAFÍA No. 50 MAPA PARLANTE YULCHÉN FRONTERA GRUPO 2



Elaboración: Taller 4, Yulchén Frontera

FOTOGRAFÍA No. 51 MAPA PARLANTE YULCHÉN FRONTERA, GRUPO 2



Elaboración: Taller 4, Yulchén Frontera

8.2.4.3 Propuestas de solución por parte de la Comunidad Yulchén Frontera:

Las soluciones propuestas por los participantes incluyen:

Grupo 1

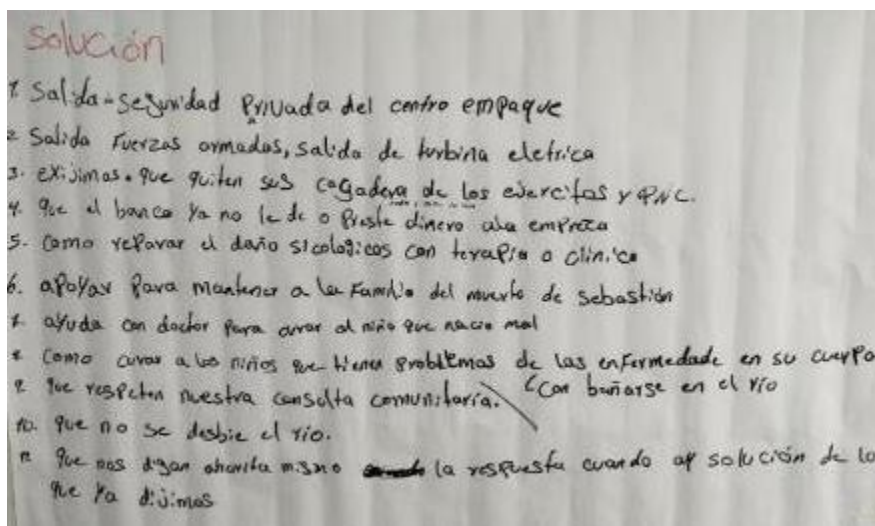
- Salida de seguridad privada del centro de empaque.
- Salida de las fuerzas armadas.
- Salida de la turbina eléctrica en el campamento militar.
- Se Exige que se retiren los servicios higiénicos del ejército y PNC, solo cada 6 meses se lavan.
- El Banco (BID) no le dé o preste dinero a la empresa.
- Reparar el daño psicológico con terapia o clínica.
- Apoyar para mantener a la familia del fallecido Sebastián.
- Ayuda médica para curar al niño que nació mal (discapacidad física e intelectual).
- Curar a los niños que tiene problemas de las enfermedades en su cuerpo por bañarse por el río.
- No se desvíe el río.
- Respuesta inmediata a las soluciones propuestas.

Grupo 2

- Cerrar el canal del desvío del río Pojom.
- Retiro de empresa, soldados y policía.
- Cierren todos los drenajes y grandes y pequeños agujeros.
- Retiro de la turbina.
- Brigadas médicas con especialistas: ejemplo niño inválido con psicólogo y fisiatra.

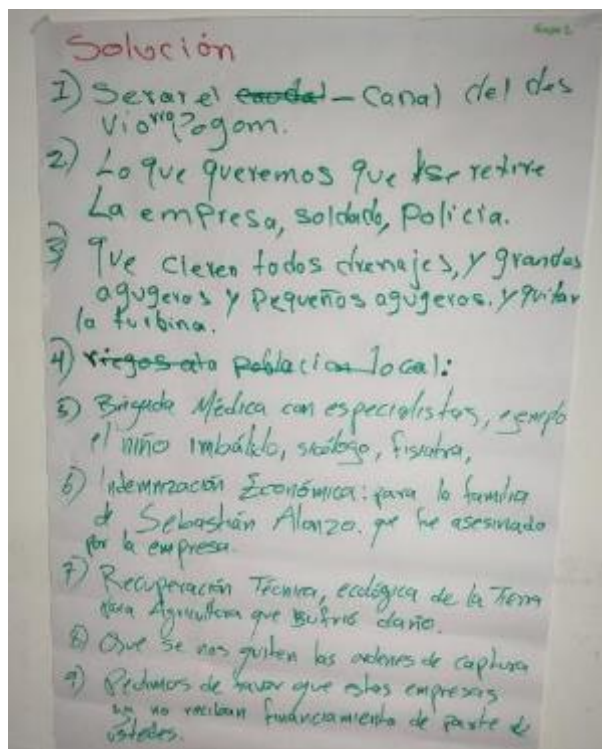
- Indemnización económica para la familia de Sebastián Alonzo que falleció.
- Recuperación técnica, ecológica de la tierra para la agricultura que sufrió daño.
- Retiro de las órdenes de captura.
- La empresa no reciba financiamiento por parte del Banco.

FOTOGRAFÍA No. 52 MAPA PARLANTE SOLUCIONES YULCHÉN FRONTERA, GRUPO 1



Elaboración: Taller 4, Yulchén Frontera

FOTOGRAFÍA No. 53 MAPA PARLANTE SOLUCIONES YULCHÉN FRONTERA, GRUPO 2



Elaboración: Taller 4, Yulchén Frontera

8.2.4.4 Inspección social comunidad Yulchén Frontera

No se realizó una inspección social en la comunidad Yulchén Frontera, sino que se priorizó la socialización de los hallazgos de los mapas parlantes y la presentación de propuestas de solución. Las discusiones se extendieron debido al interés comunitario.

8.2.4.5 Análisis de la percepción de la comunidad Yulchén Frontera ante el proyecto

La percepción de la comunidad de Yulchén Frontera con respecto al proyecto hidroeléctrico ha estado marcada por un sentimiento generalizado de preocupación y rechazo, a pesar de estar ubicada a ~3.5 km., aguas abajo de la estructura de captación del río Pojom.

Uno de los aspectos más críticos señalados por la comunidad es la presencia de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional Civil (PNC), lo que ha generado un ambiente de tensión e inseguridad entre los pobladores. Se indica que se han denunciado casos de agresiones por parte de las fuerzas militares, así como detenciones arbitrarias, lo que ha incrementado el miedo y la incertidumbre en la población.

Además, el conflicto ha generado una mayor fragmentación del tejido social, evidenciada en la división entre miembros de la iglesia, la escuela y las propias familias. La comunidad atribuye estas fracturas a la presencia de la empresa hidroeléctrica, que ha polarizado posturas y ha deteriorado las relaciones entre los habitantes. La comunidad ha identificado desde su experiencia múltiples riesgos sanitarios derivados de la contaminación del agua y el aire. Indican que la presencia de residuos grasos de maquinaria y el drenaje de los sanitarios de las fuerzas militares que, argumentan los pobladores van directamente al río y han generado preocupación por la calidad del agua. La población indicó que ha reportado afectaciones en la piel, especialmente en los niños, quienes presentan ronchas al bañarse en el río, lo que sugiere un posible impacto químico en la salud de los habitantes.

Asimismo, es percepción de comunidad que existe contaminación en los ríos, que ha provocado la pérdida de especies acuáticas esenciales para la alimentación y economía de la comunidad, como peces, camarones, cangrejos.

Otro factor alarmante manifestado por ellos es la fumigación aérea, en la que una avioneta rocía pesticidas sobre los cultivos y posteriormente sobre las viviendas, lo que expone a la comunidad a sustancias químicas potencialmente peligrosas.

El desvío del río ha sido identificado como una de las principales amenazas para la sostenibilidad de la comunidad. Los habitantes temen que esta alteración en el caudal reduzca significativamente su acceso al agua, lo que afectaría tanto el consumo humano como las actividades agrícolas. Durante los meses de febrero a mayo, en época de sequía, “el caudal del río ya disminuye de manera natural” y el desvío agravaría aún más esta situación.

Indican que la redirección del agua ha impactado la fertilidad de los suelos agrícolas, ya que la disminución del flujo hídrico ha reducido la cantidad de nutrientes disponibles para las milpas y otros cultivos esenciales para la alimentación de la comunidad, y concluyen que esto representa una amenaza directa a la seguridad alimentaria de la población, que depende en gran medida de la agricultura de subsistencia. Sosteniendo que incluso actividades cotidianas como lavar la ropa en el río se han visto afectadas, ya que la reducción del caudal y la contaminación dificultan su uso para este propósito.

La comunidad de Yulchén Frontera percibe el proyecto hidroeléctrico como una amenaza a su seguridad, su salud y su acceso al agua y los recursos naturales. Sostiene que la presencia de las fuerzas armadas y de la PNC ha generado miedo y división; y que la contaminación y la alteración del caudal del río han afectado directamente su calidad de vida y sus medios de subsistencia, todo esto a pesar de que el proyecto no ha entrado en operación.

La comunidad exige soluciones inmediatas, incluyendo el retiro de las fuerzas de seguridad, la restauración del acceso al agua, la remediación ambiental y la garantía de atención médica especializada para los afectados por la contaminación. El mapa parlante ha servido como un espacio clave para exponer estas preocupaciones, pero la comunidad enfatiza que estos diagnósticos deben traducirse en acciones concretas.

8.3. DIMENSIÓN TÉCNICO-AMBIENTAL

Con la información obtenida en campo de las inspecciones y datos cartográficos se procedió a la determinación de los riesgos técnico-ambientales, haciendo uso de herramientas de modelación matemática.

8.3.1 Modelo matemático hidrológico

Se aplicó la modelación matemática hidrológica, como herramienta para evaluar el comportamiento de la cuenca y sus redes hidrográficas, haciendo uso de las estaciones hidrométricas más cercanas, que permite caracterizar las cuencas de análisis y obtener los caudales máximos a ser utilizados en la modelación hidráulica. El informe de modelación hidrológica e hidráulica se adjunta en el **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**.

Se utilizaron las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) de la región franja transversal norte, obtenidas de dos estaciones climáticas con registros pluviógrafos diarios analizados, administradas por el INSIVUMEH. Las estaciones analizadas fueron la Estación Climática Chutinamit y Estación Climática Huehuetenango, pero por la ubicación respecto al sitio de implantación, número de años analizados y la cota de elevación de la estación para confiabilidad de la determinación de los caudales por precipitación-escorrentía, se determinó y trabajó con las curvas IDF de la estación de Huehuetenango.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Para la balsa de regulación, el análisis hidrológico determinó que el caudal máximo por precipitación-escorrentía para un periodo de retorno de 100 años fue estimado en 1,69 m³/s.
- Para el río Negro, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el Río Negro alcanzaría un caudal de 39,46 m³/s.
- Para el río Pojom, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el caudal del Río Pojom alcanzaría 174,42 m³/s.
- Para el río Primavera, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el Río Primavera presentaría un caudal de 16,44 m³/s.

8.3.2 Modelos Matemáticos Hidráulicos

Se aplicó la metodología para el desarrollo del modelo matemático hidráulico 1D de las zonas en estudio, considerando las características particulares de las áreas de implantación de las estructuras, los caudales generados en la modelación hidrológica y se generaron las huellas de inundación. El informe de modelación hidrológica e hidráulica se adjunta en el **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Para la balsa de regulación, el análisis hidrológico determinó que el caudal máximo por precipitación-escorrentía para un periodo de retorno de 100 años fue estimado en 1,69 m³/s. Bajo estas condiciones, el nivel máximo de calado alcanzado es de 0,93 metros, mientras que la velocidad máxima registrada es de 1,05 m/s. Estos parámetros demuestran que la infraestructura existente puede operar eficientemente como un sedimentador, reduciendo la acumulación de sedimentos aguas abajo.
- Para el río Negro, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el Río Negro alcanzaría un caudal de 39,46 m³/s, con un nivel máximo de calado de 1,11 metros y una velocidad máxima de 5,47 m/s. Estas características, combinadas con el cambio brusco de pendiente y el estrechamiento progresivo del cauce desde aguas arriba hacia aguas abajo, pueden generar un flujo de alta energía que pueden intensificar los procesos de erosión e incrementar el riesgo de inundaciones localizadas, por lo que es necesario rellenar y proteger la zona del azud de la captación.
- Para el río Pojom, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el caudal del Río Pojom alcanzaría 174,42 m³/s, con un nivel máximo de calado de 2,78 m y una velocidad máxima de 6,09 m/s. Estas condiciones, sumadas al cambio brusco de pendiente y el estrechamiento del cauce en la sección aguas abajo, pueden generar inundaciones significativas en ambos márgenes y pueden provocar erosión predominantemente hacia la margen derecha, por lo que es necesario hacer una corrección morfológica del río a su condición inicial, proteger la margen derecha con relleno y una berma, y taponar el ingreso hacia la captación.
- Para el río Primavera, el análisis hidrológico determinó que, para un periodo de retorno de 100 años, el Río Primavera presentaría un caudal de 16,44 m³/s, alcanzando un nivel máximo de calado de 2,50 m y una velocidad máxima de 1,16 m/s. Las condiciones de la descarga por sumidero, la baja pendiente puede generar un embalse. Este comportamiento, sumado a la presencia actual de tubería en el cauce del río, puede contribuir a la inundación en la margen derecha, y más crítico aún, al posible taponamiento del cauce y/o del “sumidero” natural.

8.3.3 Análisis geológico-geotécnico

Para analizar los riesgos geológico geotécnicos, se hizo el reconocimiento geológico, observando que la zona de estudio se caracteriza la presencia de rocas calcáreas (Calizas) y lutitas como basamento cubiertas por aluviales y coluviales, siendo una de las características geológicas presentes en esta zona la disolución de las rocas calcáreas y la formación de

cavidades kársticas (Dolinas), por donde se drena el agua superficial (desaparece) y luego vuelve a aparecer; estas cavidades se conocen en el sector como “sifones”.

En los ríos Pojom y Negro, se observaron depósitos aluviales extensos, con material no consolidado y permeables, en cuyas cuencas se encuentran las mencionadas dolinas o sifones, como la que habría estado presente en el área de la plataforma del campamento que habría sido “taponada”.

**FOTOGRAFÍA No. 54 CUENCA DEL RIO NEGRO CUBIERTA POR ALUVIALES Y
DONDE SE PRESENTA EL SISTEMA KÁRSTICO DE DOLINAS O SIFONES.**



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Los resultados de la inspección realizada en conjunto con pobladores de la zona y su análisis, se presentan en el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA**, en que se describen los sitios visitados, estado de la infraestructura y las observaciones.

Con la información técnica de campo, los datos levantados del componente social producto del diálogo con la comunidad y el posterior procesamiento del levantamiento cartográfico realizado que permitió obtener una ortofoto de alta resolución, se procedió a mapear la infraestructura abandonada de los proyectos hidroeléctricos GSM y GSA, asociando su ubicación con los peligros o amenazas identificadas en campo y gabinete.

Se listaron 28 amenazas, las cuales fueron sometidas a un análisis técnico, requiriendo tres de ellas un tratamiento de modelación numérica geotécnica, para identificar que efectivamente constituirían un riesgo o no, que son las siguientes:

- Túnel o galería de conducción: análisis del colapso por inundación y fracturamiento hidráulico, obteniendo como resultado de la modelación, que los valores de factores de seguridad mayores que los previstos en la literatura técnica por lo que no requiere aplicar medidas de mitigación para este tipo de evento; sin embargo, por cuestiones de seguridad hacia las personas y animales se requiere taponar el ingreso y salida del túnel.
- Ensanche de vía zona El Platanar: análisis de la caída de bloques por ensanche de vía en sector el Platanar (deslizamientos que puede afectar viviendas en el Platanar), obteniendo como resultado que efectivamente existe el peligro de la caída de bloques.
- Macrodeslizamiento noroccidente Bella Linda: se aplicó un análisis multitemporal de imágenes satelitales desde el 2011 en adelante, encontrando que para el año 2011

ya estaba presente en esta zona un proceso de macrodeslizamiento; es decir, existía antes de iniciar los proyectos hidroeléctricos.

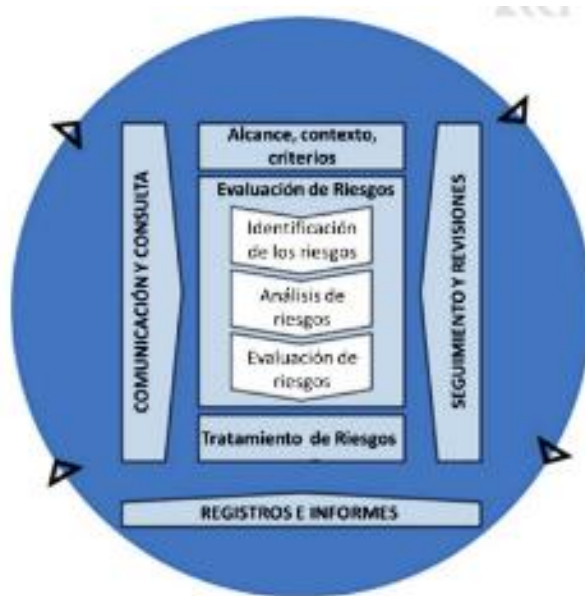
Estas y el resto de amenazas identificadas fueron analizadas en conjunto por los técnicos especialistas de la consultora, como base para el análisis de riesgos y la posterior propuesta de medidas de mitigación a ser aplicadas.

8.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

La evaluación de riesgos se la llevo de manera sistemática, basándose en el conocimiento y los puntos de vista de las partes interesadas, es decir, de las personas que son afectadas por las amenazas.

Se siguió el proceso indicado a continuación.

FIGURA No. 34: PROCESO SEGUIDO EN LA GESTIÓN DE RIESGO EN EL SITIO DE LOS PROYECTOS GSM Y GSA (ISO 31000)



Para la determinación de los riesgos se utilizó el proceso metodológico establecida en la Norma Internacional 31000 (2018), por lo que se inició con la identificación de los Riesgos. La evaluación de los riesgos se realizó en base de la Norma ISO 31010.

8.4.1 Inspección técnica con participación social

La comunicación y consulta consiste en asegurarse de considerar de manera apropiada los diferentes puntos de vista, tomando en cuenta el parecer de la población, para definir los criterios de riesgo con el objetivo de construir un sentido de inclusión y propiedad entre las personas afectadas por los riesgos. Por esta razón, los recorridos se hicieron con las personas de las comunidades de Bella Linda, la Primavera, Caserío San Francisco, Ixquisis y otras comunidades de la microrregión de Yichkisis, con la finalidad de escuchar sus criterios sobre los riesgos que perciben y evaluarlos desde el punto de vista técnico. Toda esta actividad esta descrita en el Capítulo 7.1 Diálogo Comunitario.

FOTOGRAFÍA No. 55 POBLADORES Y PERSONAL DEL BID VISITANDO SITIO DE FLUJOS DE ESCOMBROS AL NORTE DEL PLATANAR.



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 56 POBLADORES INDICANDO LA ALCANTARILLA REALIZADA CON LOS POSTES DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN AL NORTE DE BELLA LINDA.



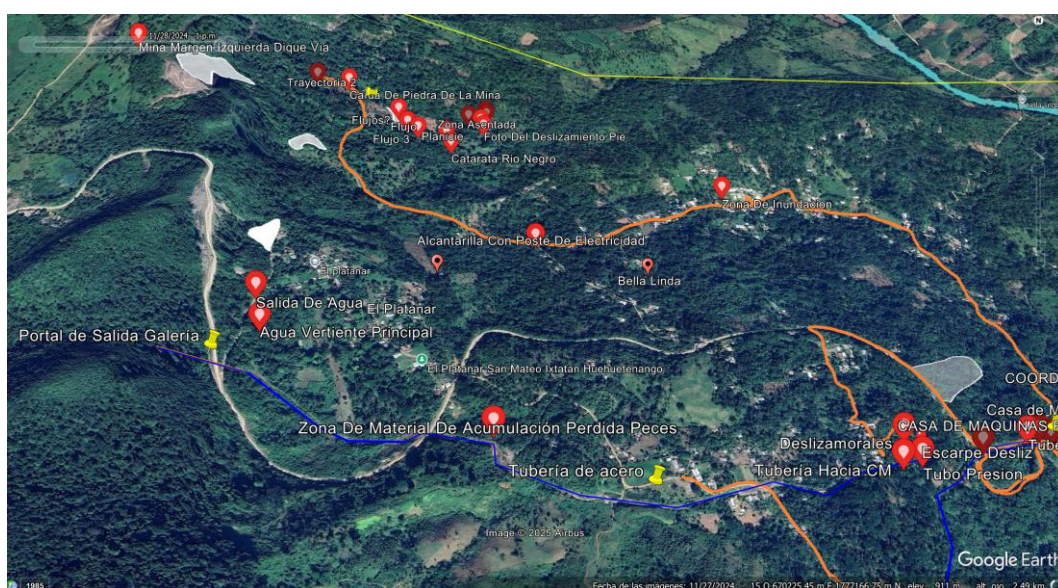
Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Cada uno de los sitios en donde a criterio de la población ha sido afectada por las obras de la GSM y GSA fue visitado, entre los sitios se puede mencionar:

La zona de Captación de los ríos Pojom y Rio Negro, sitios donde se mencionó inicia el problema sobre las inundaciones, ya que existe un trasvase hacia la cuenca del rio Negro y el túnel a medio construir. El riesgo por inundación por el trasvase entre las cuencas es evaluado y se presenta el resultado en el **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA** y sobre la amenaza por rotura del cerro por carga de agua en túnel se presenta en el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**.

El temor que tiene la población es que exista un colapso cuando el túnel se llena, cuando se tiene inundaciones y trasvase del rio Pojom al Rio Negro. En el capítulo 9 se analiza esta amenaza y su factibilidad física sobre un colapso de la montaña, que podría afectar la población de El Platanar como se observa en la siguiente figura.

FIGURA No. 35: POBLACIÓN QUE PUEDE SER AFECTADA EN CASO DE UN COLAPSO DEL MACIZO ROCOSO POR PRESIÓN DE AGUA EN EL TÚNEL O GALERÍA.



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Dentro del alcance de la visita, se incluyó una serie de actividades participativas con las comunidades, con el objetivo de integrar su conocimiento local sobre el comportamiento histórico de los ríos, los riesgos de inundación y los impactos de las obras hidráulicas en su vida diaria. Las reuniones comunitarias y los talleres permitieron identificar las preocupaciones y expectativas locales respecto a la seguridad de las infraestructuras hidráulicas, y contribuyeron a la evaluación del riesgo de los proyectos abandonados en la región.

8.4.2 Alcance contexto y criterios

El alcance es identificar y caracterizar los riesgos con el objetivo de jerarquizarlos y dar prioridad en la ejecución de medidas técnicas que las eliminen o mitiguen. La técnica que se utilizó para caracterizar los riesgos y jerarquizarlos está basada en la matriz de cuantificación de consecuencia/probabilidad, que son los criterios utilizados de evaluación, es decir una evaluación semicuantitativa (ISO 31010).

Los criterios para evaluar la importancia del riesgo y apoyar la toma de decisiones se dividió en amenazas a la seguridad pública, impacto ambiental e impacto al paisaje y patrimonio. Estos

criterios se presentan en el **ANEXO E: METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN RIESGO**.

8.4.3 Caracterización de riesgos

8.4.3.1 Riesgos Sociales

Riesgos Sociales:

Si bien la comunidad los define como riesgos sociales a los siguientes, ella misma indica que ya se ha vulnerado su bienestar físico, mental y social en acciones pasadas creando condiciones actuales de tensión social. Estas condiciones sociales son:

1. Militarización e Inseguridad:

- **Violaciones de derechos humanos:** Denuncias de intimidación y vigilancia, puede derivar en abusos de poder, violaciones de derechos humanos y un ambiente de miedo e inseguridad, relacionados a la presencia constante de la Policía Nacional Civil (PNC) y el ejército.
- **Tensiones sociales y violencia:** acciones de la fuerza pública pueden aumentar las tensiones sociales, desencadenando conflictos internos o incluso enfrentamientos directos entre miembros de la comunidad y las fuerzas del orden.
- **Inseguridad y delitos de género:** presencia de actores sociales externos, existe la percepción de riesgo de acoso y violencia basada en género.

Es recurrente la solicitud de que no exista en el área presencia de organismos de control del Estado (policía –ejército), acción que no depende de este, ni de cualquier estudio propuesto en el área. Corresponde al Estado Guatemalteco como autoridad activa realizar las acciones de planificación y control en sus funciones básicas ejecutiva, legislativa y jurisdiccional.

2. División social y migración:

- **Fragmentación del tejido social:** la fracturación del tejido comunitario puede estar generando hostilidad entre los diferentes grupos.
- **Desempoderamiento de la comunidad:** Las tensiones entre los diferentes grupos pueden reducir la capacidad de la comunidad para tomar decisiones colectivas y resolver problemas locales.
- **Migración forzada:** La salida de familias debido a las tensiones en la zona y la inseguridad podría aumentar la migración, lo que podría generar problemas de desarraigo y pérdida de capital humano valioso para la comunidad.
- **Inestabilidad Psicosocial:** la alteración de las formas de vida tradicionales y la incertidumbre acerca del futuro pueden generar afectación psicosocial en las comunidades. Puede dar lugar a estrés, ansiedad y depresión entre los miembros de la comunidad.

Las divisiones sociales alimentan una fragmentación que afecta la capacidad de las personas para resolver problemas comunes. Las familias separadas por conflictos internos pueden perder sus redes de apoyo, lo que incrementa la vulnerabilidad de los individuos, especialmente en un contexto de inseguridad y pobreza.

3. Judicialización:

- **Judicialización:** existencia órdenes de captura contra miembros de la comunidad y procesos judiciales. Deficiencia en la operación de la justicia, falta de acceso a una defensa, existe la percepción que sus derechos están siendo violados.

La percepción que se mantiene relacionada con una justicia que no es imparcial, agravan las tensiones sociales especialmente cuando miembros de la comunidad siente que sus derechos están siendo violados. La desconfianza hacia las autoridades puede generar más resentimiento y polarización, lo que reduce aún más la capacidad de la comunidad para unirse y actuar frente a los desafíos.

Los organismos competentes deberán actuar en estos aspectos previo a la implementación de cualquier solución técnica al estado actual de las obras inconclusas del proyecto hidroeléctrico GSM-GSA.

Riesgos Físicos y Ambientales:

Se resumen en la siguiente, tabla:

TABLA No. 21 COMUNICACIÓN Y CONSULTA, RIESGOS FÍSICOS Y AMBIENTALES.

FÍSICOS Y AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN
Desborde del río Negro y Pojom (inundaciones y sequía), por obras de captación	Pérdida del régimen natural de los ríos.
Colapso de la Galería de Conducción (Túnel)	Se realiza una modelación del macizo, lo que determina que no existe riesgo.
Deslaves en la comunidad, carretera y escuela	Se identifica los eventos, y se da medidas a los eventos que son producto de las acciones realizadas como parte de GSM-GSA
Contaminación de la calidad del agua asociada al campamento militar y micro central hidroeléctrica	Percepción de posible contaminación del agua que deberá ser corroborada en base a análisis de calidad, medida incluida en el plan de monitoreo
Pérdida de terrenos y cultivos	Corresponde a un Impacto relacionado con las actividades de construcción, estos no pueden ser validados y cuantificados.
Contaminación de la calidad del agua y afectación a la salud	Contaminación de agua (percepción de la comunidad, debe verificarse con un estudio)
Desaparición de Fauna acuática y terrestre	Contaminación de agua y suelo.
Contaminación por tuberías enterradas	Las tuberías enterradas por concepto no producirán riesgos de contaminación, pues son diseñadas para mantener su función y durabilidad durante el período de vida útil del proyecto.
Pérdida de fuentes de agua	No se encontró evidencia de pérdida de fuentes. Se realizó una inspección a una vertiente sobre el macizo rocoso, que mantiene su caudal.
Fallas en el embalse	Se realiza una modelación del macizo, lo que determina que no existe riesgo.
Riesgos de Inundaciones con afectación a infraestructura	Inundaciones
Contaminación por presencia de chatarra y residuos industriales	Contaminación de suelo y agua
Áreas de explotación minera ("Explotación de bancos de arena")	La explotación minera de las dos minas usadas por el proyecto GSM-GSA, se inicia antes de las actividades de la empresa. Se plantea medida para estas áreas.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Estos riesgos físicos y ambientales se resumen en los siguientes riesgos sociales.

1. Contaminación del agua:

- **Daños a la salud pública:** La contaminación del agua puede traer consigo una serie de problemas de salud, como enfermedades gastrointestinales, infecciones por bacterias y otros patógenos, que afectan principalmente a las personas más vulnerables.
- **Muerte de especies acuáticas:** La contaminación también afecta la fauna acuática, provocando la muerte de especies, lo cual altera los ecosistemas acuáticos locales, afectando a las especies que dependen de ellos.
- **Impacto en la seguridad alimentaria:** La contaminación del agua puede afectar la agricultura, la pesca y el acceso a agua potable, impactando negativamente la seguridad alimentaria de la comunidad.
- **Pérdida de medios de subsistencia:** impacto en actividades económicas locales, como la agricultura y la pesca.

2. Riesgo por infraestructura:

- **Daños a la propiedad y a la vida:** Los caminos y viviendas pueden verse afectados por deslizamientos e inundaciones, lo que pone en peligro la vida y los bienes de las personas.
- **Desplazamientos forzados:** La destrucción de viviendas y caminos puede obligar a las personas a abandonar sus hogares.
- **Pérdida de accesibilidad y conectividad:** posible afectación de vías y puentes, dificulta la movilidad de las personas y acceso a servicios esenciales (atención médica, educación), lo puede aumentar la vulnerabilidad de la comunidad.

8.4.3.2 Identificación de los riesgos técnico – ambientales y sociales

El propósito de la identificación de los riesgos es encontrar, reconocer, y describir los riesgos que afectan a los pobladores de las comunidades del área de influencia y al ambiente.

Se llevó a cabo una evaluación técnica para detectar posibles riesgos de erosión, colapso o fisuras en las estructuras hidráulicas abandonadas. Particularmente, se examinó la estabilidad de los taludes y laderas, las condiciones de los muros de protección, así como la seguridad de los sistemas hidráulicos incompletos que podrían presentar un peligro para las comunidades cercanas. La visita incluyó el análisis de la acumulación de sedimentos y materiales que puedan obstruir los canales de conducción o aumentar los riesgos de inundación o daño a las infraestructuras existentes. Los posibles riesgos asociados a las obras hidráulicas inconclusas también fueron considerados, como el deterioro de las instalaciones debido al abandono.

La identificación de riesgos se realizó utilizando un panel de expertos, las disciplinas representadas fueron: social, hidrología, hidráulica, geología, geotecnia y ambiental. El panel identificó 28 riesgos creíbles, incluidos por ejemplo inundaciones, estabilidad de laderas por flujos en masa, danos y heridas por caídas, contaminación de suelo, acumulación de agua en zonas altas e impacto visual, la activación del conflicto por tensión social.

Varias de estas amenazas fueron identificadas y validadas en los talleres e inspecciones sociales, directa o indirectamente, existen otras que han sido identificadas por el equipo técnico y los análisis matemáticos aplicados; las amenazas se presentan en el siguiente listado:

1. Captación Rio Pojom. Ingreso al trasvase. Inundación.
2. Caídas en pozos o zanjas, causa lesiones.
3. Captación Rio Pojom. Cambio en la morfología del rio.
4. Captación Rio Negro. Inundación.
5. Captación Rio Negro. Cambio en la morfología del rio.
6. Impacto ambiental por excavaciones y rellenos.
7. Canal de conducción. Balsa de regulación amenaza por inundación
8. Túnel. Inundación. Disparo de deslizamientos.
9. Túnel. Colapso del tapón existente
10. Contaminación de agua y suelo por residuos industriales.
11. Campamento de construcción. Embalsamiento de agua
12. Mina 2 (cercana a El Platanar). Impacto ambiental
13. Mina 2. Caída de escombros
14. Mina 1 frontera. Impacto ambiental
15. Tubería de presión. Aumento de peligro por inestabilizar la ladera

16. Casa de Maquinas. Incluida escombrera. Inundación, caídas, hierros sobresalidos
17. Lesiones por punzonamiento
18. Ensanche de vía sector El Platanar. Posibles movimientos en masa por acumulación de escombros por apertura de vía.
19. Accidentes en tuberías GRP y de acero
20. San Andrés. Desarenador. Lesiones por caída
21. Zona La Primavera. Residuos que tapan el sumidero.
22. Línea de Transmisión (LT). Escombros por corte de estructuras
23. Erosión y deslizamientos en áreas no regeneradas
24. Presencia de chatarra y materiales quemados
25. Presencia de captación Tercer Arroyo 1. Hierros sobresalidos, estrechamiento del cauce.
26. Presencia de captación Tercer Arroyo 2. Hierros sobresalidos, estrechamiento del cauce.
27. Presencia de captación Varsovia. Hierros sobresalidos.
28. Tensión social.

El análisis de riesgos consideró factores como la probabilidad del evento y las consecuencias, la magnitud de las consecuencias y la efectividad de los controles existentes. El análisis de riesgo proporcionó la información de entrada para la evaluación de los riesgos, para las decisiones sobre la manera de tratar los riesgos y si es necesario hacerlo y sobre las estrategias y métodos más apropiados de su tratamiento en base a los tipos y niveles de riesgo.

El propósito de la evaluación de los riesgos es apoyar en la toma de decisiones, para determinar cuándo se requiere una acción, esto puede conducir a una decisión de:

- No hacer nada más
- Implementar opciones para el tratamiento para riesgos
- Realizar un análisis adicional para comprender mejor el riesgo
- Mantener los controles existentes
- Reconsiderar los objetivos

Las decisiones a implementar, son acciones estructurales para disminuir el riesgo, estas toman en cuenta las consecuencias reales y percibidas por las partes interesadas que asistieron a los talleres y visitas.

El tratamiento del riesgo, se lo aborda por medio de un Plan de Trabajo que se presenta en el siguiente capítulo para eliminar o mitigar el riesgo, en el que se indica su prioridad u orden de implementación de acuerdo con su nivel de riesgo o criticidad.

El seguimiento consiste en asegurar la efectividad del diseño del plan en base a un monitoreo o revisión de las medidas planteadas en la gestión de riesgos.

8.5. MATRIZ GENERAL DE RIESGOS

Utilizando la metodología establecida en las normas internacionales, que se encuentra descrita en detalle en el **ANEXO E: METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO**, se obtuvo los resultados en la matriz general de riesgos que se presenta en la TABLA No. 22

Mediante el análisis de la información recopilada en campo, procesamiento cartográfico y modelaciones hidráulica y geotécnicas, en la matriz general de riesgos se define para cada uno de los 28 peligros o amenazas, el nivel de consecuencia con su correspondiente probabilidad de ocurrencia, y así, calcular y valorar cuatro categorías de riesgos. Del análisis se obtienen: 4 riesgos de categoría Extremo o Intolerable (14,3%), 3 riesgos de categoría Alto (10,7%), 6 riesgos de categoría Moderado (21,4%), 14 riesgos de categoría Bajo (50,0%); y, 1 riesgo No Valorable (3,6%). El riesgo No Valorable tiene que ver con la amenaza de contaminación de suelo y agua relacionada con residuos industriales, que para ser valorada requiere previamente de las tomas de muestras de agua y suelos, para a través de los resultados de laboratorio, confirmar o negar la posible contaminación de estos recursos ambientales.

En la matriz, para cada amenaza, se consideró y valoró también la percepción de nivel de riesgo de la comunidad, esto a través del análisis de los mapas parlantes o de lo mencionado durante el recorrido técnico. Si bien esta valoración no cumple la metodología técnica a ser aplicada a riesgos, fue un valioso aporte para determinar las medidas a ser aplicadas.

La evaluación técnica de las amenazas y las medidas de mitigación a ser aplicadas se encuentran detalladas en el capítulo 9.

TABLA No. 22 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
1	CAPTACIÓN RIO POJOM. INGRESO AL TRASVASE. INUNDACIÓN	El área de inundación es mayor a 10Ha. CATASTRÓFICO	5	Esperado una vez cada 3 años.	4	EXTREMO O INTOLERABLE.	20	Desborde del río Negro y Pojom (inundaciones y sequía), por Obras de captación. Mencionado en Mapa Parlante (MP)	3	Taponamiento de la captación GSM	
2	CAÍDAS EN POZOS O ZANJAS, CAUSA LESIONES	Menos de 2 accidentes reportados/año. Insignificante	1	Poco Probable, hay poca presencia de personas.	3	BAJO	3	Personas heridas y pérdidas humanas (MP).	2	Cerramiento perimetral. Taponar o sellar los pozos o zanjaz.	Cerramiento: Canal de Conducción hacia la balsa, Casa de Maquinas, Desarenador.
3	CAPTACIÓN RIO POJOM. CAMBIO EN LA MORFOLOGÍA DEL RIO.	Modificación de 18m, lo que corresponde a un cambio moderado con impacto en el ecosistema.	2	Esperado una vez cada 3 años.	4	MODERADO	8	Desborde del río Negro y Pojom (inundaciones y sequía), por Obras de captación. Se menciona en el recorrido técnico (RT).	2	Restauración morfológica del río Pojom	

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
4	CAPTACIÓN RIO NEGRO. INUNDACIÓN	El área de inundación de 19,75 Ha.	5	Esperado en cada Invierno fuerte.	5	EXTREMO O INTOLERABLE.	25	Desborde del río Negro y Pojom (inundaciones y sequía), por Obras de captación. Mencionado en Mapa Parlante (MP)	3	Reconformación del margen del río Negro alrededor del azud. Taponamiento de la captación GSM	
5	CAPTACIÓN RIO NEGRO. CAMBIO EN LA MORFOLOGÍA DEL RIO	Cambio leve en la forma del cauce	2	Poco Probable. El trazado del río no han cambiado en los último 20 años.	3	MODERADO	6	Desborde del río Negro y Pojom (inundaciones y sequía), por Obras de captación. (RT).	1	Reconformación del rio Negro alrededor del Azud	
6	IMPACTO AMBIENTAL POR EXCAVACIONES Y RELLENOS.	102 ha de afectación total del proyecto al 2024	4	Evento raro	1	BAJO	4	Deslaves en la comunidad, carretera y escuela. Perdida de terrenos y cultivos. Desaparición de Fauna acuática y terrestre. (RT y MP)	3	Regeneración Natural.	Impacto de la obra en construcción. Se verifica que se han regenerado la mayor cantidad de áreas; las áreas sin regenerar tienen medidas de apoyo a la regeneración natural.

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
7	CANAL DE CONDUCCIÓN. Balsa REGULACIÓN AMENAZA POR INUNDACIÓN	El área de inundación de 4 Ha.	1	Esperado en cada Invierno fuerte.	5	BAJO	5	Fallas en el embalse. (MP)	2	Taponamiento captación GSM. Restauración morfológica del río Pojom. Cerramiento en Canal de Conducción hacia la balsa	
8	TÚNEL. INUNDACIÓN. DISPARO DE DESLIZAMIENTOS.	Tamaño de deslizamientos entre 1000 a 5000 m3. Población a menos de 1km de los deslizamientos. Se caracteriza como deslizamiento extremo	4	Esperado en cada invierno fuerte o presencia de sismo. Entre 10 a 100 años.	3	ALTO	12	Colapso de la Galería de Conducción (Túnel). (RT y MP)	3	Taponamiento túnel entrada. Taponamiento túnel salida. Barrera viva de protección para las viviendas en el sector El Platanar	
9	TÚNEL. COLAPSO DEL TAPÓN EXISTENTE	Probabilidad bajo de colapso	1	Evento raro	1	BAJO	1	Colapso de la Galería de Conducción (Túnel). (RT y MP)	3	Taponamiento túnel entrada. Taponamiento túnel salida.	

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
10	CONTAMINACIÓN DE AGUA Y SUELO POR RESIDUOS INDUSTRIALES.	No valorable		No Valorable		No Valorable		1 Contaminación de la calidad del agua y afectación a la salud. Contaminación de la calidad del agua asociada al campamento militar y micro central hidroeléctrica. (MP).	3	Muestreo de agua y suelo.	No Valorable, no existen resultados de muestreos que demuestren la contaminación
11	CAMPAMENTO DE CONSTRUCCIÓN. EMBALSAMIENTO DE AGUA	Enlagunamiento mayor a 1000m2 que alteran el ecosistema.		5	Esperado una vez en 100 años.	2	MODERADO	10 Riesgos de Inundaciones con afectación a infraestructura. (RT y MP)	3	Retiro de material granular. Alcantarillas vasos comunicantes. Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico + Revegetación asistida)	

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
12	MINA 2 (Cercana A El Platanar) IMPACTO AMBIENTAL	Menor a 10 Ha, Daño no significativo	1	Se considera un uso para mejoramiento de vías cada 10 años.	3	BAJO	3	Áreas de explotación minera ("Explotación de bancos de arena"). Deslaves desde la mina hacia la comunidad (MP). Pérdida de vegetación (RT).	3	Regeneración Natural.	Se reduce a 3,1 Ha en el 2025
13	MINA 2. CAÍDA DE ESCOMBROS	Es mayor a 100 m3	5	Se considera evento raro,	1	BAJO	5	Áreas de explotación minera ("Explotación de bancos de arena"). Deslaves desde la mina hacia la comunidad (MP). Pérdida de vegetación (RT).	3	En caso de requerir material, usar de la Mina 1. Regeneración Natural.	Análisis de imagen satelital año 2011 muestra mina intervenida.
14	MINA FRONTERA. IMPACTO AMBIENTAL	Menor a 10 Ha, Daño no significativo	1	Se considera un uso para mejoramiento de vías cada 10 años.	3	BAJO	3	No identifican riesgo.	1	Regeneración Natural.	Se reducen 2,93 Ha sin vegetación en el 2014 a 1,7Ha en el 2025

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
15	TUBERÍA DE PRESIÓN. AUMENTO DE PELIGRO POR INESTABILIZAR LA LADERA	4000 m3 de material, Consecuencias severas	4	Cada fuerte invierno o sismo.	3	ALTO	12	Deslaves en la comunidad, carretera y escuela. (RT)	1	Barreras en zanjas. Relleno y drenaje de la zona con estancamiento de agua.	El recorrido se realizó a un solo sitio solicitado por la comunidad. Técnicamente se determinó varias zonas adicionales. Además, se evidencia un estancamiento de agua sobre la pista de la tubería de presión.
16	CASA DE MAQUINAS. INCLUIDO ESCOMBRERA. INUNDACIÓN, CAÍDAS, HIERROS SOBRESALIDOS	Menor a 1Ha. Impacto no significativo	1	Evento raro	1	BAJO	1	Inseguridad por caídas (RT)	2	Cerramiento, Cuneta y alcantarilla para desvío de escorrentía, Barrera de seguridad vial, Señalización de precaución y prohibición de ingreso.	
17	LESIONES POR PUNZONAMIENTO	Menos de dos accidentes reportados a la ano	1	Evento raro	1	BAJO	1	No identificado por la población.	1	Corte de hierros sobresalidos al nivel del hormigón.	Técnicamente se determinó en el recorrido.

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
18	ENSANCHE DE VÍA EL SECTOR PLATANAR. POSIBLES MOVIMIENTOS EN MASA POR ACUMULACIÓN DE ESCOMBROS POR APERTURA DE VÍA	Tamaño de deslizamientos entre 1000 a 5000 m3. Población a menos de 1km de los deslizamientos. Se caracteriza como deslizamiento extremo	4	Esperado en cada invierno fuerte o presencia de sismo. Entre 10 a 100 años.	3	ALTO	12	Deslaves en la comunidad, carretera y escuela. La vía principal se queda sin paso por derrumbes permanentes y caída material por explosiones (MP). En campo la propietaria informa sobre movimientos de tierra (RT)	3	Barrera viva de protección	Colocar barrera viva de protección, para que no pasen los bloques o flujos de escombros hacia la población El Platanar.
19	ACCIDENTES EN TUBERÍAS GRP Y DE ACERO	Menos de dos accidentes reportados al año	1	Evento raro	1	BAJO	1	En campo se mencionó ingreso de niños y temor por que se haga escondite de ladrones (RT).	2	Taponamiento de tubería de acero. Taponamiento de tubería GRP. Retiro de tubería de acero no instalada.	
20	SAN ANDRÉS. DESARENADOR. LESIONES POR CAÍDA	Menos de dos accidentes reportados a la año	1	Evento raro	1	BAJO	1	Inseguridad por caídas (RT)	2	Cerramiento. Señalización de precaución y prohibición de ingreso.	
21	ZONA LA PRIMAVERA. RESIDUOS QUE	Enlagueamientos Graves que alteran el ecosistema	5	Esperado en cada Invierno fuerte.	5	EXTREMO O INTOLERABLE	25	Taponamiento en el río. (RT).	2	Retiro de tubería metálica, cauce del río La Primavera.	

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
	TAPAN EL SUMIDERO.										
22	LÍNEA DE TRANSMISIÓN (LT). ESCOMBROS POR CORTE DE ESTRUCTURAS	Presencia de residuos inertes	2	Evento raro	1	BAJO	2	No identificado por la población.	1	Taponamiento de bases de torres. Retiro de estructuras en piso de la L/T.	
23	EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS NO REGENERADAS	Zona no regenerada de 18,8 Ha	3	Esperado en cada invierno fuerte o presencia de sismo. Entre 10 a 100 años.	3	MODERADO	9	No identificado por la población.	1	Regeneración natural. Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico). Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico + Revegetación asistida).	
24	PRESENCIA DE CHATARRA Y MATERIALES QUEMADOS	> 75% de construcciones y maquinarias afectadas	5	Evento raro	1	BAJO	5	Contaminación por presencia de chatarra y residuos industriales. (MP) y (RT).	3	Retiro de maquinaria y materiales quemados. Demolición de construcciones en mal estado. Muestreo de suelos y agua.	Área de campamento contratistas.

Cód..	PELIGRO O AMENAZA	NIVEL DE CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		RIESGO		PERCEPCIÓN RIESGO COMUNIDAD	NIVEL DE PERCEPCIÓN SOCIAL	MEDIDAS	OBSERVACIONES
25	PRESENCIA DE CAPTACIÓN TERCER ARROYO 1. HIERROS SOBRESALIDOS, ESTRECHAMIENTO DEL CAUCE.	Cambio moderado con impacto en el ecosistema	3	Evento poco Probable	3	MODERADO	9	Riesgos de heridas por los hierros sobresalidos, estrechamiento del río. (RT)	2	Corte de hierros sobresalidos. Señalización de precaución y prohibición de ingreso.	Las estructuras no interrumpen el flujo del caudal y naturalmente serán cubiertas.
26	PRESENCIA DE CAPTACIÓN TERCER ARROYO 2. HIERROS SOBRESALIDOS, ESTRECHAMIENTO DEL CAUCE.	Cambio leve en la forma del cauce	2	Evento poco Probable	3	MODERADO	6	Riesgos de heridas por los hierros sobresalidos, estrechamiento del río. (RT)	2	Corte de hierros sobresalidos. Señalización de precaución y prohibición de ingreso.	Las estructuras no interrumpen el flujo del caudal y naturalmente serán cubiertas.
27	PRESENCIA DE CAPTACIÓN VARSOVIA. HIERROS SOBRESALIDOS.	Menos de dos accidentes reportados al año	1	Evento raro	1	BAJO	1	Riesgos de heridas por los hierros sobresalidos. (RT)	1	Corte de hierros sobresalidos. Señalización de precaución y prohibición de ingreso.	
28	TENSIÓN SOCIAL	Activación del conflicto, ataques y agresiones	5	Probable	4	EXTREMO O INTOLERABLE	20	Se mantiene en posiciones cerradas, solicitan ser escuchados y participar en las decisiones en su territorio	3	Programa de Comunicación Veeduría ciudadana	Si no se trabaja en las condiciones sociales presentes de la comunidad es muy probable que el conflicto se active.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9. EVALUACIONES TÉCNICAS Y MEDIDAS

Se realizan varias evaluaciones técnicas que definen la existencia o no de riesgos, identificados en la parte técnica y en la fase de comunicación y consulta (Dialogo Comunitario), estas se resumen a continuación y su análisis completo está en los anexos técnicos. Se describen también las medidas técnicas propuestas y sus cantidades.

9.1. GALERÍA O TÚNEL DE CONDUCCIÓN, EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE COLAPSO DEL TAPÓN EXISTENTE

Una amenaza, en la percepción de la población, es que se repita el llenado del túnel a medio construir y que por la carga del agua se tenga una rotura en la montaña lo cual sería catastrófico para la población aguas abajo. Por este motivo se procedió a la evaluación numérica de la posibilidad de una ruptura del tapón existente y por cobertura de la montaña hacia la superficie.

Evaluación del tapón de la roca (tramo de galería no excavado)

La longitud recomendada para el tapón de roca se la evaluó en base a la resistencia al corte del macizo rocoso, tomando en cuenta parámetros conservadores, en las características geológicas y geotécnicas observadas en campo; y, en la ortofoto, como por ejemplo que el túnel está cortado por fallas y las rocas calcáreas con amplias evidencias de disolución en zonas de debilidad.

Típicamente, la longitud del diseño de un tapón se calcula tomando por base la siguiente fórmula desarrollada por Garrett y Campbell Pitt (1961).

$$L = \frac{P_f A}{P_e f'_s}$$

donde:

- P_f = presión del líquido aplicada (Pa); $P_f = \rho g H$
- H = carga hidráulica del líquido sobre el tapón (m)
- ρ = densidad del líquido (kg/m^3)
- g = constante gravitacional (9.81 m/s^2)
- A = Área del lado aguas arriba del tapón
- P_e = Perímetro transversal del tapón

Fs = Esfuerzo de corte permisible de la roca.

En base al gradiente existente se tiene una carga de agua de 50m de agua, el perímetro de la galería es de 12,5m y el área de $10,8\text{m}^2$. El esfuerzo de corte admisible de la roca se tomó de 50 KPa o 5 T/m^2 , pues se asumieron pobres características del macizo por la presencia de fallas que cortan el túnel y facilidad de disolución.

TABLA No. 23 RESISTENCIA AL CORTE Y GRADIENTES HIDRÁULICAS PARA TAPONES DE TÚNEL (SEGÚN BENSON, 1989)

Condición general de la roca RMR – Evaluación del macizo rocoso	Resistencia al corte (Máxima resistencia al corte admisible) ¹ (kPa)	Máxima gradiente hidráulica admisible ² m/m	Máxima gradiente de presión admisible kPa/m
Muy Buena Roca Masiva, dura, ampliamente diaclasada 81<RMR<100	1500 (500) ³	15 - 30	150 - 300
Buena Roca Dura a moderadamente dura, moderadamente diaclasada 61<RMR<80	900 (300)	10 - 14	100 - 140
Roca Moderada a débil, meradamente diaclasada 41<RMR<60	600 (200)	7 - 9	70 - 90
Roca Pobre Débil, cercanamente diaclasada o cortada 21<RMR<40	300 (100)	5 - 6	50 - 60
Roca Muy Pobre Muy débil, probablemente erosionable RMR < 20	150 (50)	3 - 4	30 - 40

Nota: Las características erosionables de tapón aguas abajo deberán tratarse localmente

¹ Considerando un factor de seguridad de por lo menos 3.0.

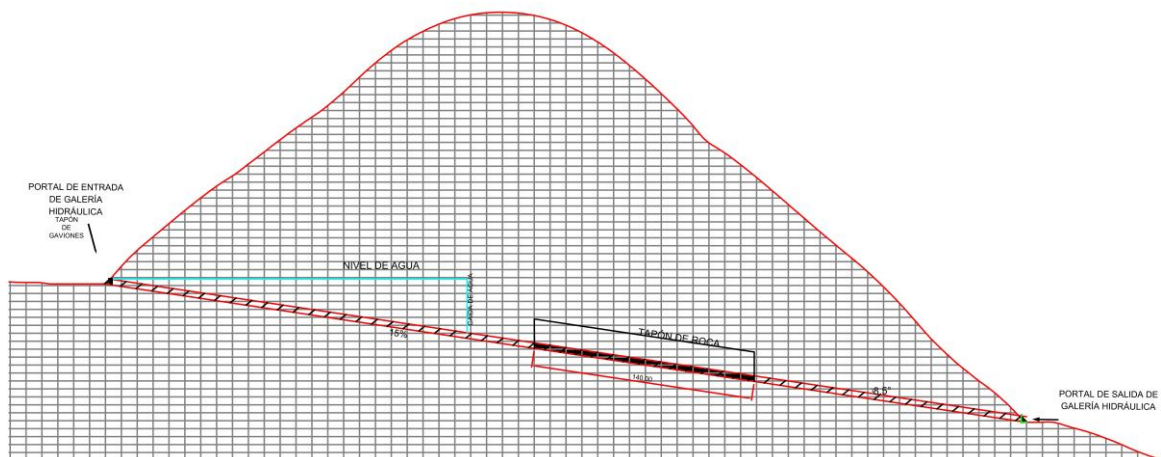
² Los gradientes hidráulicos admisibles pueden ser mayores si se lleva a cabo una inyección en la formación.

³ La resistencia al corte estimado del macizo rocoso (kPa) y entre paréntesis la máxima resistencia al corte admisible.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

La longitud mínima calculadas de tapón es de 84,7m, de acuerdo con las observaciones realizadas en campo se verifico que se tiene una longitud existente del tapón de 140m, obteniéndose un factor de seguridad de FS 1,65. Este cálculo, demuestra, que la longitud dejada sin excavar tiene una longitud que da tranquilidad frente un colapso del tapón de roca y se infiere que hubo un criterio técnico, tras la longitud de roca dejado.

FIGURA No. 36: TAPÓN DE ROCA EXISTENTE



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Evaluación frente a Fractura Hidráulica

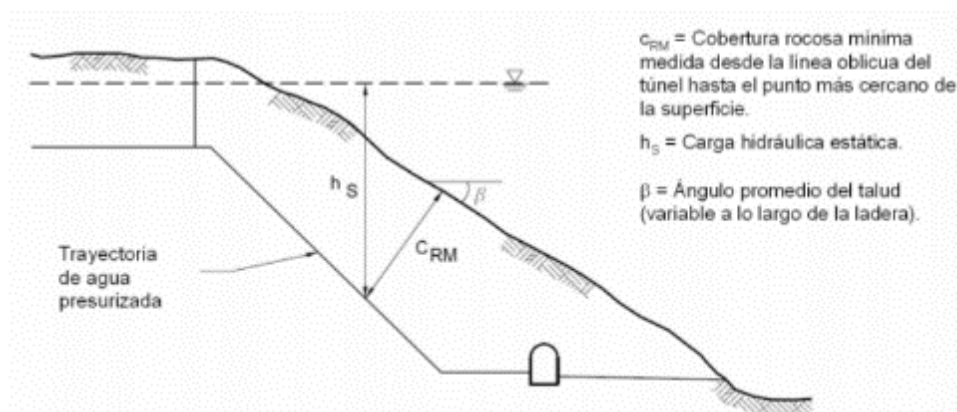
Se estimó en base al criterio noruego (Bergh Christensen, 1988), que sugiere un Factor de Seguridad de 1,3 contra este tipo de propagación de fractura. El criterio de fractura hidráulica puede expresarse de la siguiente manera:

$$C_{RM} = \frac{\gamma_w h_s FS}{\gamma_r \cos \beta} \quad (3.10)$$

donde

- C_{RM} = Cubierta mínima de roca medida desde el túnel en sentido oblicuo al punto más cercano en la superficie del terreno (i.e., distancia mínima con la superficie) (m)
- h_s = Presión hidrostática de diseño (m)
- γ_w = Peso unitario del agua (MN/m^3)
- γ_r = Peso unitario de la roca (MN/m^3)
- β = Angulo de pendiente promedio de la ladera (varía con la pendiente)
- FS = Factor de seguridad, debe aplicarse un mínimo de 1.3.

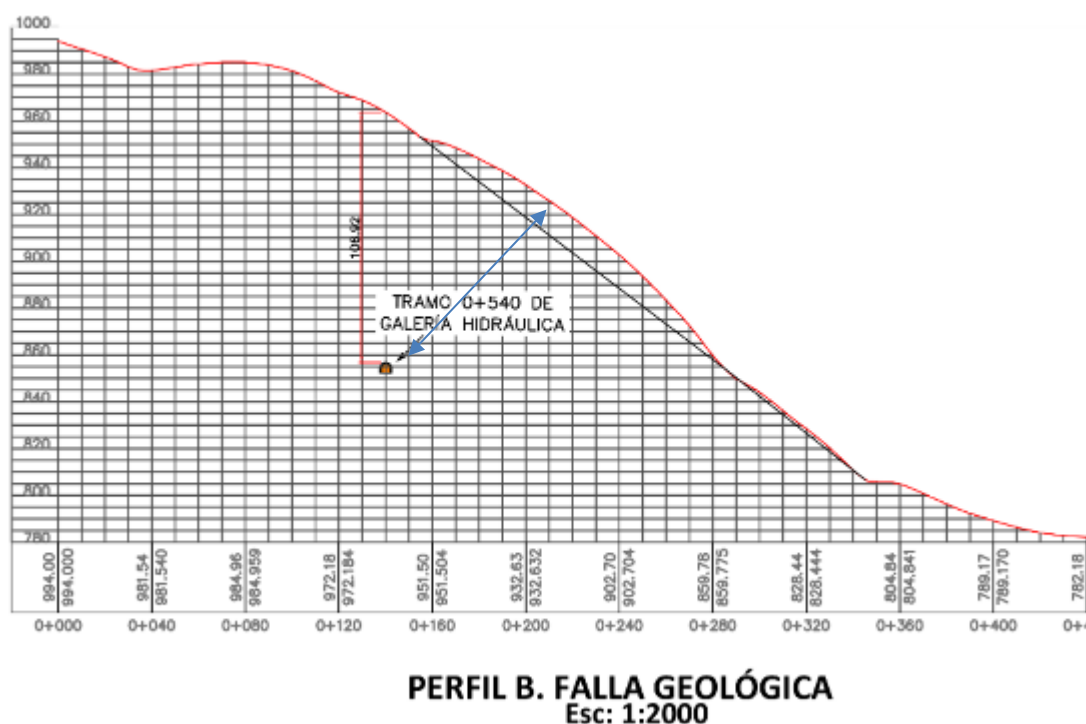
Figura 3-4 Representación Esquemática del Criterio Noruego para Confinamiento (según Bergh-Christensen, 1988)



Para el caso de la galería hidráulica del proyecto GSM, se tiene una carga de agua en caso de inundación de 50m, un factor de seguridad de 1,3, la densidad de las rocas calcáreas de $2,5 \text{ T/m}^3$, una ladera de 50 grados de inclinación con lo que se tiene una cobertura mínima de 40,4m. Sin embargo, la cobertura mínima existente es mayor que 98m, por lo que se concluye que la amenaza de un colapso de la ladera por fracturamiento hidráulico es mínimo a bajo, en caso de tener una inundación el túnel.

En la figura siguiente se presenta el espesor de la cobertura de suelo, que permitió calcular, la posibilidad de fracturamiento del macizo rocoso, que mantiene un espesor mayor a 100 m.

FIGURA No. 37: COBERTURA EXISTENTE EN LA GALERÍA DEL PROYECTO GSM



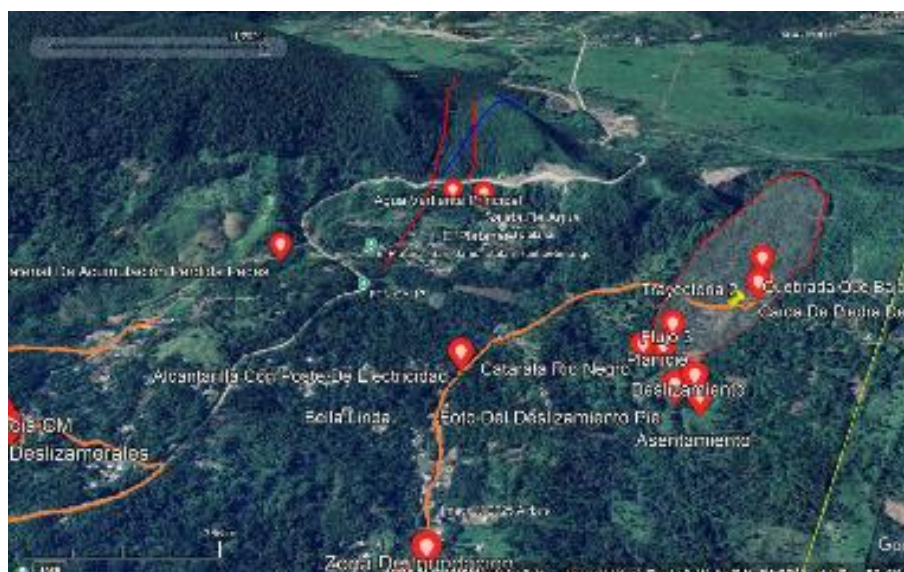
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.2. MACRODESLIZAMIENTO AL NOROCCIDENTE DE BELLA LINDA

Durante inspección en la zona de Bella Linda, a pedido de la población se recorrió la parte noroccidental con la finalidad de observar flujos de escombros que han bajado desde la parte alta donde se encuentra la Mina 1 de materiales pétreos y donde se observó movimientos en la ladera.

A fin de verificar la posible interacción de los movimientos de suelos con los proyectos de hidroeléctricas, se revisaron las fotos satelitales anteriores al proceso de construcción de las hidroeléctricas. En la foto-satelital del año 2011, se puede apreciar que ya existía las huellas del macrodeslizamiento al noroccidente de Bella Linda; es decir, antes de la intervención del proyecto. En la foto satelital se nota la presencia de flujos de escombros que se configuran morfológicamente en el drenaje principal, posiblemente a partir de la vía que abrió antes de que se inicie con la construcción de la GSM y GSA.

FIGURA No. 38: ZONA RECORRIDA CON LA POBLACIÓN A SITIO DEL MACRO DESLIZAMIENTO (AÑO 2024)



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 39: MACRODESLIZAMIENTO AL NOROCCIDENTE DE BELLA LINDA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 40: IMAGEN SATELITAL DEL AÑO 2011, DONDE SE OBSERVA FLUJOS DE ESCOMBROS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 41: IMAGEN SATELITAL DE AÑO 2011 DONDE SE OBSERVA EL MOVIMIENTO DE SUELOS EN LA ZONA DE INTERÉS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

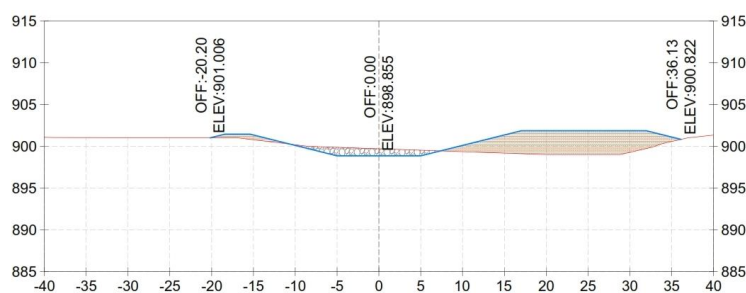
Se concluye que los problemas de inestabilidad en la zona (visitada en noviembre de 2024), ya existían desde el año 2011 (identificados en las imágenes satelitales), por lo que no se puede señalar como su origen causal a la construcción de las hidroeléctricas GSM y GSA.

Se recomienda no permitir la presencia de viviendas cercanas al macrodeslizamiento, y no utilizar la Mina 1, que está en proceso de recuperación de cobertura vegetal. El control del macrodeslizamiento requiere de un levantamiento topográfico a detalle y análisis detallado.

9.3. RECONFORMACIÓN MORFOLÓGICA DEL RÍO POJOM Y TAPONAMIENTO DE LA CAPTACIÓN GSM

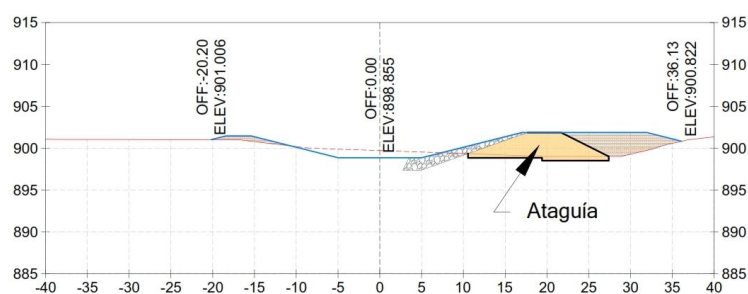
La modelación matemática hidrológica e hidráulica del río Pojom, determinó la necesidad de la corrección morfológica del cauce y la protección de la margen derecha con una ataguía y enrocado (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**, Anexo C1.3 PLANOS, ACAD – Dragado R Pojom), mismos que se muestran a continuación:

FIGURA No. 42: RÍO POJOM, MARGEN DERECHA, DRAGADO



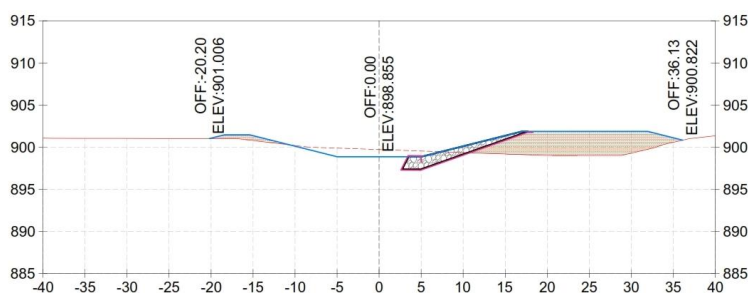
Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 43: RÍO POJOM, MARGEN DERECHA, ATAGUÍA CON NÚCLEO DE ARCILLA



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 44: RÍO POJOM, MARGEN DERECHA, ENROCADO DE CIERRE



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Además, se presenta una alternativa para el sellado de la entrada de agua de la estructura en el río Pojom. Los detalles de estos trabajos se muestran en el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**, Anexo D1 Planos Geotécnicos, Toma Del Río Pojom.

Para la reconformación morfológica del Río Pojom, se sugiere adoptar una sección hidráulica constructiva con un ancho de base de 10,00 metros, una altura de calado de 3,00 metros, una pendiente longitudinal del 0,6% y taludes con una inclinación de H:4, V:1 en ambas márgenes.

Este diseño busca optimizar la capacidad hidráulica del cauce, reducir el riesgo de inundación y controlar los procesos erosivos en las zonas críticas.

Las cantidades de trabajo necesarias para el control de flujo y protección de áreas vulnerables para el río Pojom son las siguientes:

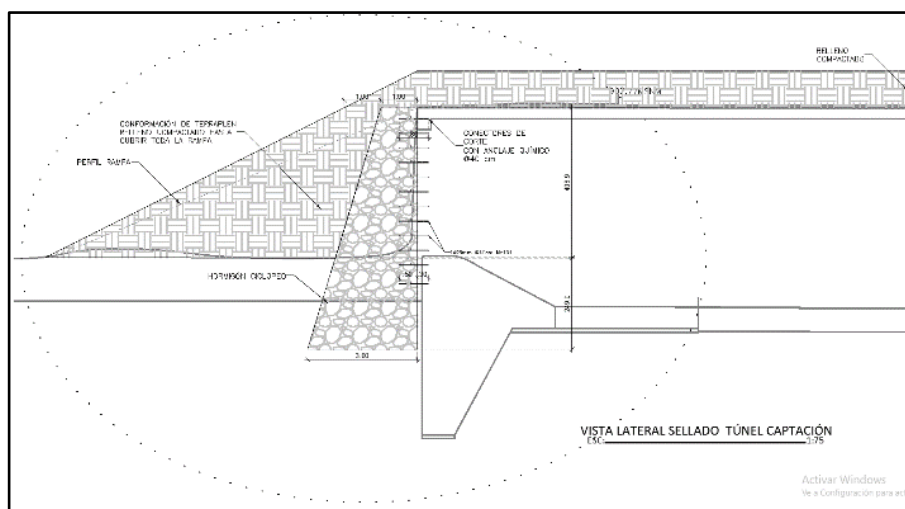
TABLA No. 24 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA DEL RÍO POJOM

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	DRAGADO	m ³	2188,02
D2	DIQUE-RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACIÓN - EQUIPO LIVIANO	m ²	3354,88
D3	ENROCADO	m ³	1195,20

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Se propone incorporar un muro de hormigón ciclópeo con una resistencia a la compresión de 180 kg/cm² o superior de tal manera que forme un solo elemento con la estructura existente para esto se emplearán conectores de cortante y anclajes químicos como se muestra en los planos y la figura que se muestra a continuación:

FIGURA No. 45: SELLADO DE INGRESO A CAPTACIÓN GSM



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

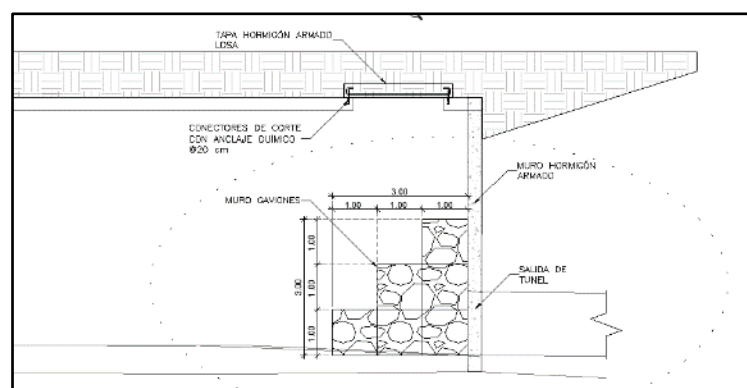
En el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA** se presenta, la metodología de trabajo, para el sellado del ingreso a la captación Pojom.

Reconformación de márgenes y bermas de protección en el Río Pojom. Se estima que será necesario un volumen total de 4026 m³ de material para llevar a cabo la reconformación de las márgenes y bermas de protección del Río Pojom, en correspondencia con la sección constructiva propuesta.

Taponamiento de ingreso interno a túnel

Para sellar esta zona se deben colocar gaviones acomodados en la configuración que se muestra en la estructura de esta manera se conformara un volumen de gran peso que impedirá en ingreso de personas que pudiesen llegar a la cámara interna.

FIGURA No. 46: TAPONAMIENTO DE INGRESO DE SALIDA CAPTACIÓN HACIA TÚNEL



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Taponamiento de ventana de acceso a cámara

Se debe colocar chicotes o varillas ancladas químicamente a la losa superior para fundir una losa sobrepuesta de hormigón con lo que se completará el taponamiento de la estructura.

Las cantidades para taponamiento del ingreso a la captación GSM son las siguientes:

TABLA No. 25 CANTIDADES DE TRABAJO EL TAPONAMIENTO DE LA CAPTACIÓN GSM

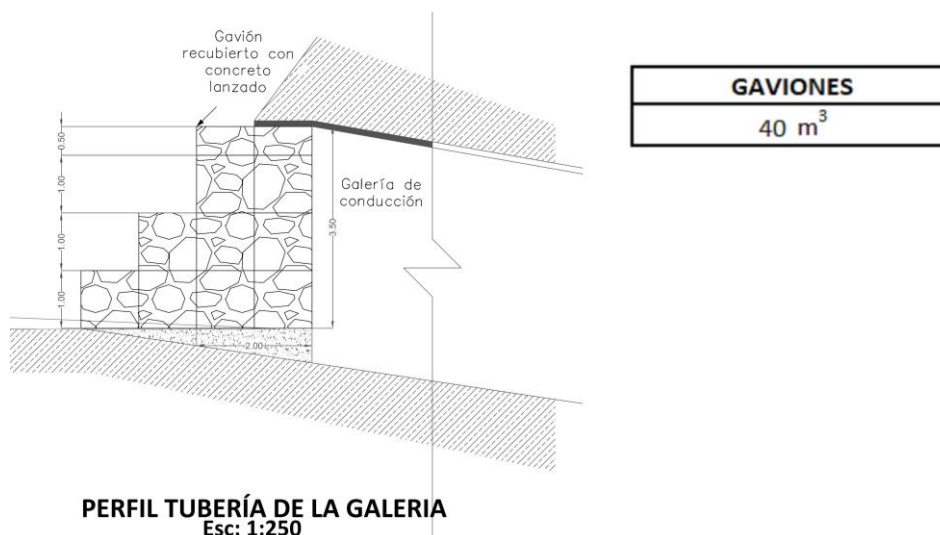
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	EXCAVACIÓN A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m ³	52,00
D2	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACIÓN - EQUIPO LIVIANO	m ³	412,00
D3	HORMIGÓN SIMPLE $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - EN SITIO	m ³	1,73
D4	HORMIGÓN SIMPLE $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ - EN SITIO	m ³	105,60
D5	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	213,66
D6	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA CEPILLADA	m ²	105,00
D7	ANCLAJE CON VARILLA D=20mm INYECCIÓN DE RESINA	m	3,00
D8	GAVIÓN TRIPLE TORSIÓN GALVANIZADO (INC. PIEDRA) (PROVISIÓN Y MONTAJE)	m ³	48,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.4. TAPONAMIENTO DEL TÚNEL DE ENTRADA Y TÚNEL DE SALIDA

Para evitar el ingreso de personas y animales hacia el túnel o galería de conducción, se recomienda sellar el túnel con gaviones tanto al ingreso como a la salida. El plano de los trabajos de taponamiento del ingreso y salida del túnel se adjunta en el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA** Anexo D1 Planos Geotécnicos, Plano Túnel Galería.

FIGURA No. 47: TAPÓN A SER CONSTRUIDO AL INGRESO Y SALIDA DEL TÚNEL O GALERÍA DE CONDUCCIÓN



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Las cantidades para el taponamiento del túnel de entrada y túnel de salida son las siguientes:

TABLA No. 26 CANTIDADES DE TRABAJO PARA EL TAPONAMIENTO DEL TÚNEL DE ENTRADA Y TÚNEL DE SALIDA

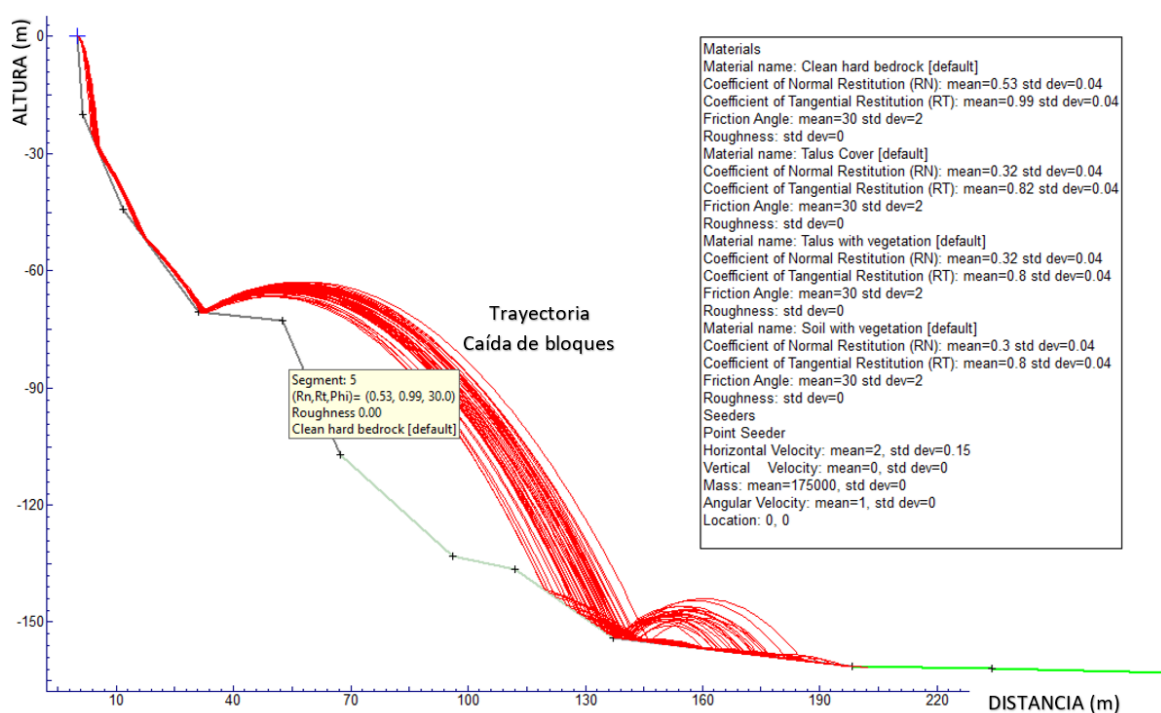
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	ARMADO DE GAVIONES (ENTRADA Y SALIDA)	m ³	80,00
D2	DIQUE-RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACIÓN - EQUIPO LIVIANO	m ³	76,72

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.5. BARRERA VIVA DE PROTECCIÓN (ENSANCHE DE LA VÍA EL PLATANAR, MODELACIÓN DE CAÍDA DE BLOQUES QUE PUEDEN AFECTAR VIVIENDAS EN EL PLATANAR)

Otra amenaza importante es la zona donde se observó taludes inestables con caída de bloques que puede afectar viviendas de la población El Platanar. Se procedió a la modelación de estabilidad y se determinó que la caída de rocas puede alcanzar cerca de 200 m desde el talud de corte de la vía, por lo que si pueden afectar viviendas de El Platanar.

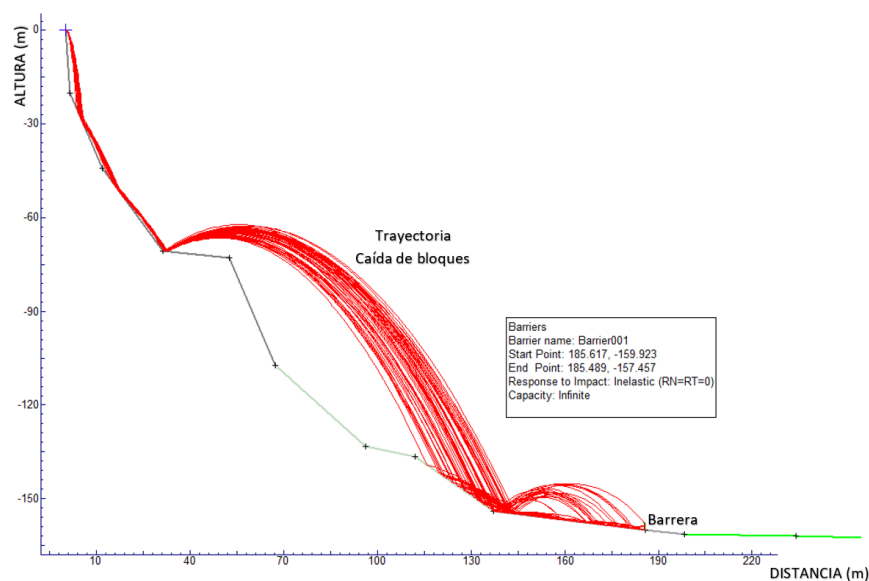
FIGURA No. 48: MODELACIÓN DE CAÍDA DE BLOQUES DESDE LA VÍA HACIA LAS VIVIENDAS DE EL PLATANAR.



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

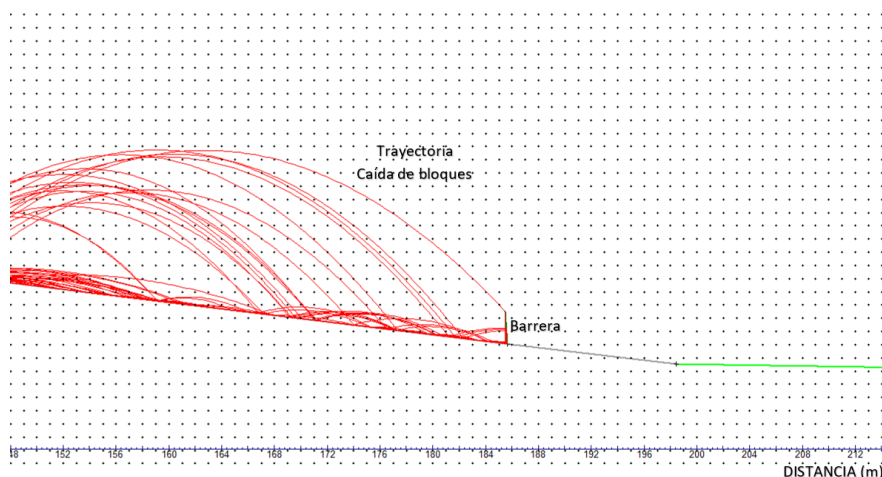
Se modelo la posibilidad de colocar una barrera de 2,5m de altura desde el nivel de la vía existente, al pie del talud, verificando que con esta altura conseguiría detener las rocas antes de que afecten las viviendas.

FIGURA No. 49: BARRERA COLOCADA PARA DETENER LOS BLOQUES ANTES DE LLEGAR A LAS VIVIENDAS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 50: DETALLE DEL EFECTO DE LA BARRERA.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

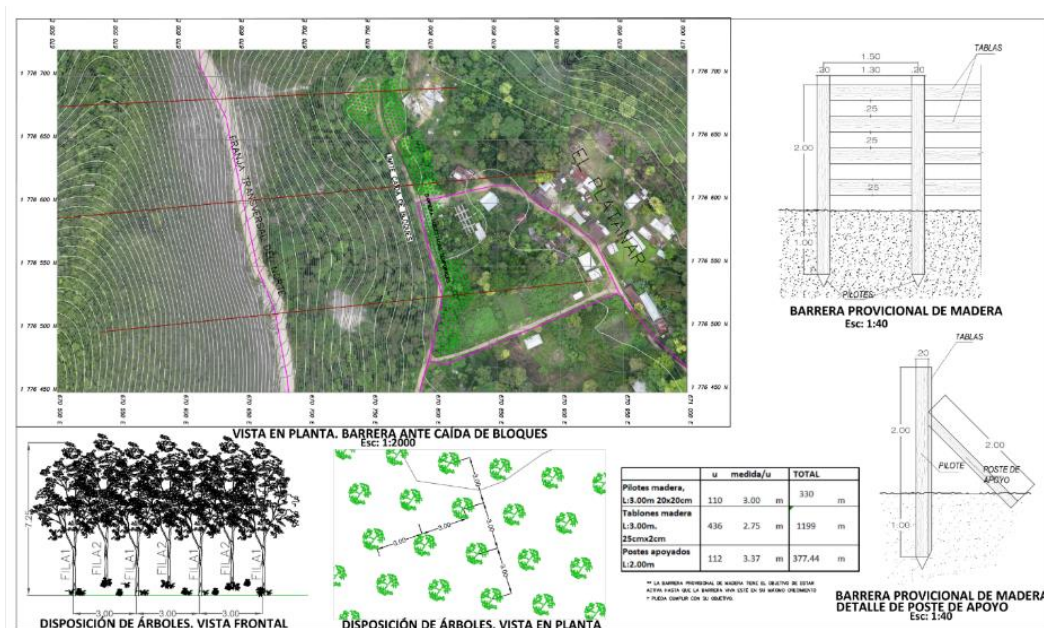
Por tanto, se concluye la necesidad de construir una barrera al lado oriental de la vía de acceso hacia El Platanar.

Esta barrera puede ser implementada en dos etapas, una barrera provisional de madera y una barrera definitiva de árboles sembrados (que demorarán en crecer y tener la altura requerida al cabo de unos 4 años).

La barrera provisional estaría conformada por un tablestacado mayor a 2,5m de altura, con postes de madera de al menos 20 cm de diámetro plantados a cada 1,5 m (con poste de apoyo) y tablas de al menos 5 cm de grosor en toda la altura.

La medida definitiva es la siembra de una barrera arboles de la zona, que tengan, una altura mayor a 2,5m y un diámetro superior a 40 cm, separados cada 3 m, tal como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA No. 51: ZONA DONDE SE TIENE DESPRENDIMIENTO DE ROCAS Y SUELO, EN VERDE BOSQUE QUE SE RECOMIENDA PLANTAR COMO BARRERA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

El plano de los trabajos correspondientes a las barreras temporal y definitiva (barrera viva) se adjunta en el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA** Anexo D1 Planos Geotécnicos, Plano Barrera Viva de Protección ante caída de bloques.

Las cantidades para la conformación de la barrera de protección ante la caída de bloques son las siguientes:

TABLA No. 27 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA CONFORMACIÓN DE LA BARRERA VIVA DE PROTECCIÓN

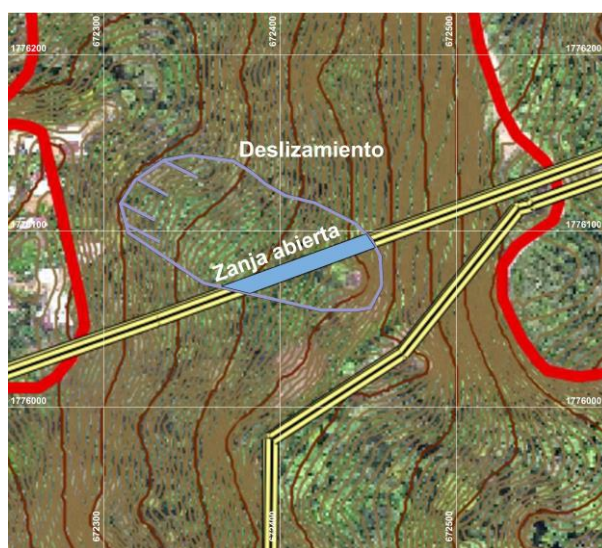
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	PLANTACIÓN DE ÁRBOLES	u	530,00
D2	MANTENIMIENTO	u	530,00
D3	TABLESTACADO	m	165,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.6. BARRERA EN ZANJAS (ANÁLISIS DE INESTABILIDAD DE TALUD POR ZANJA ABIERTA EN LA ZONA DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN GSM)

La zanja excavada para la colocación de la tubería de presión del proyecto GSM, se encuentra al pie de un deslizamiento que puede afectar viviendas que están en su cabecera, por lo que se técnicamente se deduce que este fue el origen de deslizamiento. Se debe por tanto aplicar una medida que refuerce esta zona. (coordenada media es: UTM ZONA WGS 84 Z15Q, 672331 E 1776093 N).

FIGURA No. 52: ZONA AFECTADA CON DESLIZAMIENTO POR APERTURA DE ZANJA PARA COLOCAR LA TUBERÍA DE PRESIÓN



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

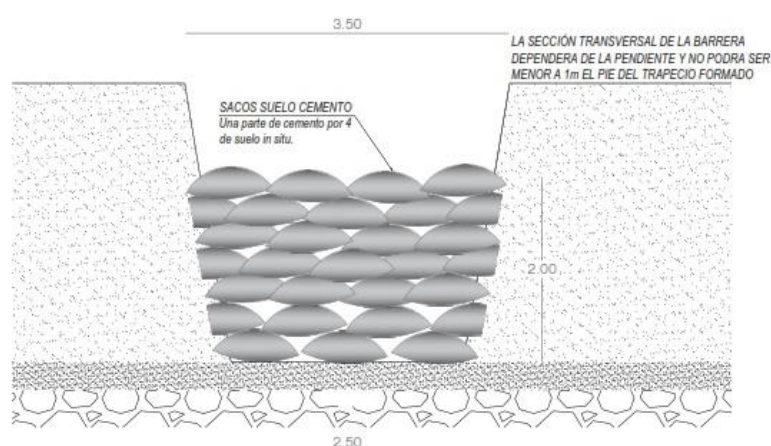
Para reforzar la zanja, que en este sitio tiene una longitud aproximada de 168 m, se recomienda colocar sacos de suelo cemento a cada 15m de distancia, para que con el tiempo se rellene la excavación con los sedimentos y se estabilice, consiguiendo también con esta medida el evitar la erosión del fondo de la zanja. Los sacos suelo-cemento se recomienda que tenga una mezcla de una proporción de cemento por cada tres porciones de suelo seco (mezcla uno cemento a 3 o 4 de suelo), esta medida se aplicará en el sitio denominado Numero1 (Ver TABLA No. 28).

FIGURA No. 53: SEPARACIÓN DE LAS BARRERAS EN ZANJA CON LOS SACOS DE SUELO CEMENTO.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 54: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ZANJA PARA SECTOR NÚMERO 1, MOSTRANDO LA DISPOSICIÓN DE LOS SACOS DE SUELO CEMENTO EN LA BARRERA

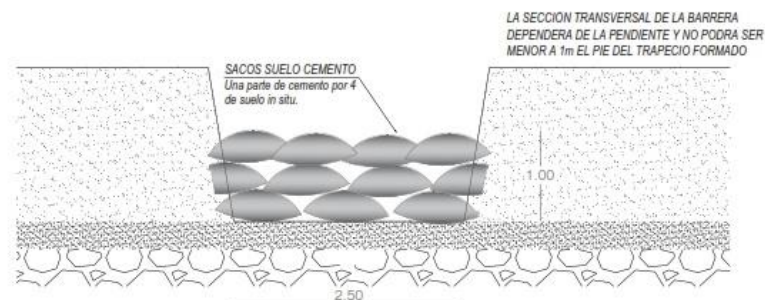


Nota: Se deberá tener en claro que los diseños propuestos, no se presentan a diseño definitivo, por lo las dimensiones son referenciales y deberán ser corregidas en campo.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

En los recorridos y con el uso de la ortofoto, se identificaron adicionalmente otros cuatro sitios donde se tiene la presencia de zanjas abiertas, pero no ha habido movimientos en masa, que requiere aplicar la misma estructura anterior, pero donde la altura será menor aproximadamente de 1 m.

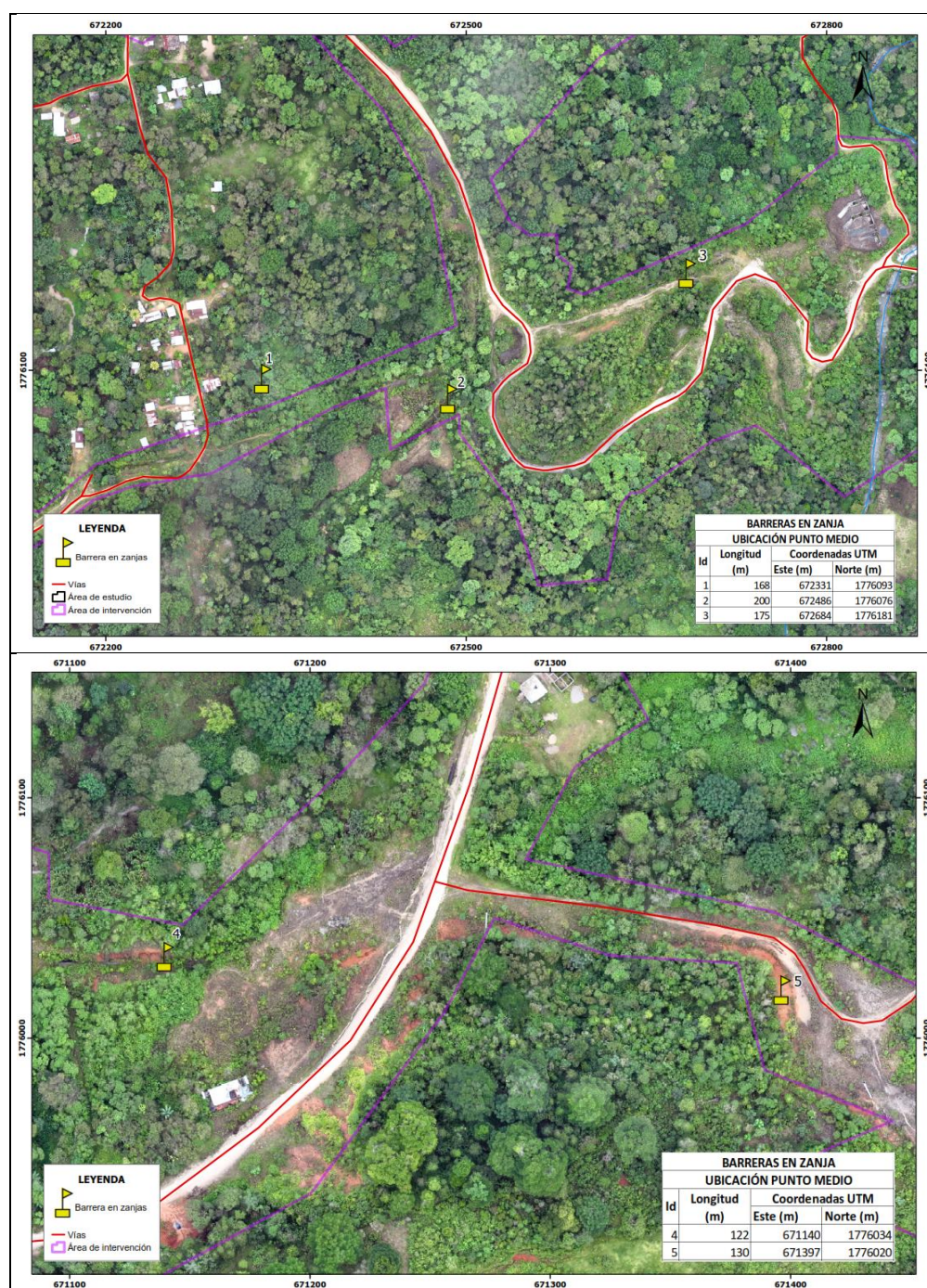
FIGURA No. 55: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ZANJA PARA SECTOR 2 AL 5, MOSTRANDO LA DISPOSICIÓN DE LOS SACOS DE SUELO CEMENTO EN LA BARRERA



Nota: Se deberá tener en claro que los diseños propuestos, no se presentan a diseño definitivo, por lo las dimensiones son referenciales y deberán ser corregidas en campo.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 56: SITIOS DE UBICACIÓN DE LA BARRERA EN ZANJAS



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

La ubicación de los sitios son los siguientes:

TABLA No. 28 UBICACIÓN DE PUNTOS

UBICACIÓN PUNTO MEDIO			
Id	Longitud (m)	Coordenadas UTM	
		Este (m)	Norte (m)
1	168	672331	1776093
2	200	672486	1776076
3	175	672684	1776181
4	122	671140	1776034
5	130	671397	1776020

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Las cantidades para la construcción de barreras de protección son las siguientes:

TABLA No. 29 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS BARRERAS EN ZANJAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	SACOS SUELO CEMENTO 1:4 (1 PARTE CEMENTO, 4 DE SUELO)	m ³	602,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.7. RECONFORMACIÓN DE MARGEN DE RÍO NEGRO ALREDEDOR DEL AZUD

La modelación matemática hidrológica e hidráulica del río Negro, determinó la necesidad de la corrección morfológica del cauce mediante el relleno y reconformación de la margen derecha del río alrededor del azud y de la estructura de captación (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**, Anexo C2.2 RÍO NEGRO), que se muestra en la siguiente figura:

FIGURA No. 57: ÁREA DE RECONFORMACIÓN DE MARGEN DE RÍO NEGRO ALREDEDOR DEL AZUD



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

La modelación hidrológica del río Negro mostró que, en una crecida con un período de retorno de 100 años, el río alcanza un caudal de 39,46 m³/s, con un nivel máximo de calado de 1,11 metros y una velocidad máxima de 5,47 m/s (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**); por este motivo, se propone realizar un relleno alrededor del azud, que alcance una altura mínima de 1,5m.

Las cantidades aproximadas de trabajo para la reconformación del margen del río Negro son las siguientes:

TABLA No. 30 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA RECONFORMACIÓN DEL MARGEN DEL RÍO NEGRO ALREDEDOR DEL AZUD

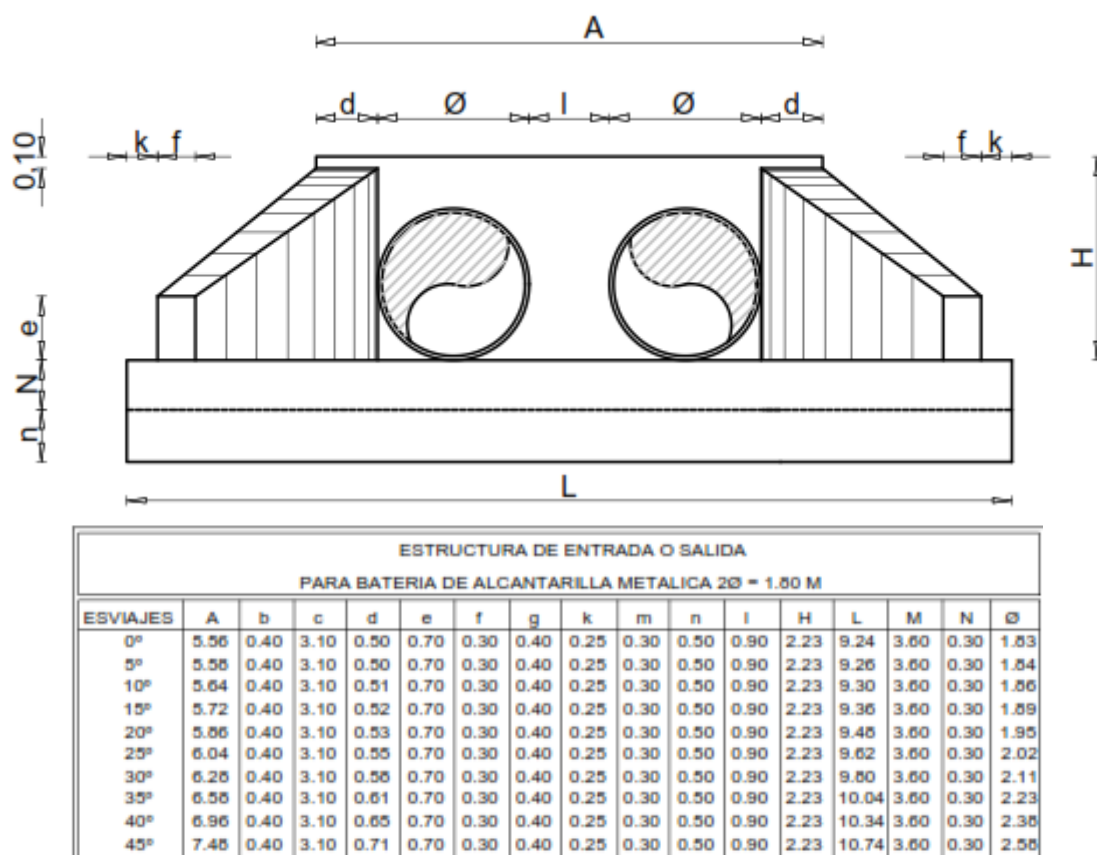
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACIÓN - EQUIPO LIVIANO	m³	2157,44

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.8. ALCANTARILLAS VASOS COMUNICANTES (ZONA DE TALLER DE CONSTRUCCIÓN INUNDADA)

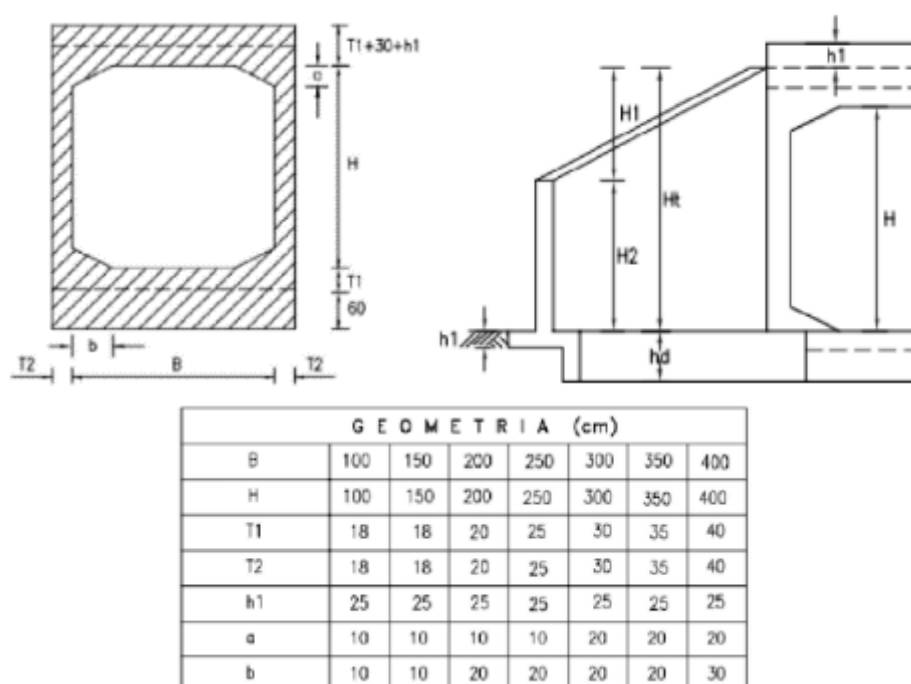
La modelación matemática hidrológica e hidráulica de la vía de acceso hacia la Mina 1, incluyó al análisis de las cuencas alta y baja del río Negro, verificando que se tenían áreas inundables (ver **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**, Anexo C1.5 Vía Mina 1). Producto de este análisis se diseñaron alcantarillas (que funcionan como vasos comunicantes durante un evento crítico) que deben ser instaladas para permitir el paso del agua y evitar las zonas inundadas; dos alcantarillas metálicas en la vía de acceso y una alcantarilla tipo cajón en la zona inundada cerca del campamento contratistas.

FIGURA No. 58: ESQUEMA ALCANTARILLAS METÁLICAS (VASOS COMUNICANTES)



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 59: ALCANTARILLA TIPO DUCTO CAJÓN (VASOS COMUNICANTES)



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Las cantidades de trabajo para la construcción de 2 pasos de alcantarilla doble con tubo metálico corrugado y una alcantarilla ducto tipo cajón son las siguientes:

TABLA No. 31 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS VASOS COMUNICANTES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE OBRAS MENORES CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m	52,00
D2	EXCAVACIÓN EN ESTRUCTURAS MENORES	m ³	916,64
D3	HORMIGÓN SIMPLE f'c=280 kg/cm ² - EN SITIO	m ³	130,91
D4	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm ² (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	7024,91
D5	RELLENO CON SUELO NATURAL COMPACTADO MANUALMENTE	m ³	63,82
D6	REPLANTILLO f'c=180 kg/cm ²	m ³	17,38
D7	CAMA DE ARENA	m ³	4,26
D8	ALCANTARILLA METÁLICA CORRUGADA D=1800 mm	m	21,20

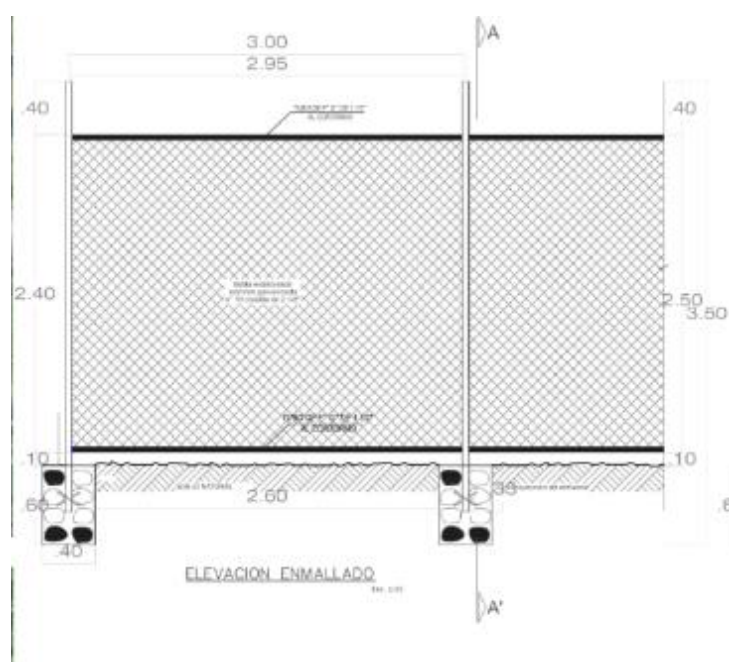
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.9. CERRAMIENTO

Para aquellas áreas donde se tiene la presencia de infraestructura inacabada y que actualmente tienen acceso a personas, por lo que existe el riesgo de que se produzcan caídas y lesiones, se presenta un esquema del tipo de cerramiento a ser implementado (ver el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**, Anexo D1 Planos Geotécnicos, Cerramiento en áreas con requerimiento de seguridad anti caída):

Los cerramientos están propuestos en los siguientes sectores: casa de máquinas, desarenador GSA, canal de entrada balsa GSM

FIGURA No. 60: ESQUEMA DE CERRAMIENTO PARA IMPEDIR EL ACCESO A ÁREAS CON RIESGO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Los sectores donde se colocarán los cerramientos de malla son las siguientes:

- Canal a Balsa de regulación GSM, 127,6 m
- Casa de máquinas, 173,4 m
- Desarenador, 86 m

Las cantidades para la instalación de cerramiento de malla son las siguientes:

TABLA No. 32 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA INSTALACIÓN DEL CERRAMIENTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	CERRAMIENTO DE MALLA GALVANIZADA 50/10, TUBOS HG ϕ 1 1/2" Y TUBO ϕ 1 1/2" EN LA PARTE SUPERIOR E INFERIOR	m ²	967,50
D2	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS EN TIERRA, INCLUYE DESALOJO SOBRANTES 40cmX40cmX60cm	m ³	12,50
D3	RELLENO DE GRAVA Y CEMENTO CICLÓPEO f'c=180 kg/cm ² 40cmX40cmX60cm	m ³	12,50

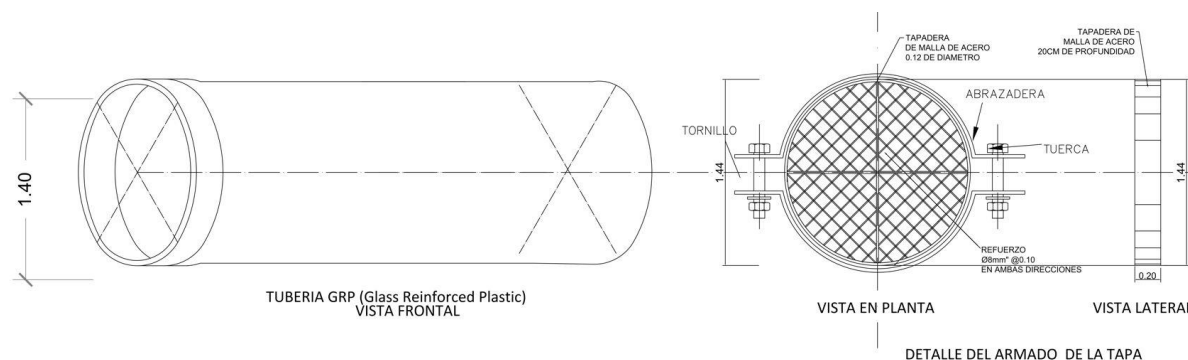
Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.10. TAPONAMIENTO DE TUBERÍA GRP Y DE ACERO

Se tiene la presencia de tubería de GRP y de acero instaladas como parte de las conducciones, con la boca abierta, lo que puede permitir el ingreso de personas y animales, con riesgo de accidentes y hasta de la seguridad (delincuencia). El ingreso a esta tubería deberá ser sellada con tapones de concreto, espuma, rejillas metálicas, entre otros (ver el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**, Anexo D1 Planos Geotécnicos, Taponamiento de tuberías y torres).

Para la tubería de GRP, se puede cubrir las entradas con tapas hechas de malla electro soldada en una lámina de acero de 20cm que le proporcionará la profundidad con la que ingresará a la tubería, como un corcho, para ser asegurada mediante una abrazadera.

FIGURA No. 61: ESQUEMA DE TAPÓN DE LA TUBERÍA GRP



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 33 CANTIDADES DE TRABAJO PARA EL TAPONAMIENTO DE TUBERÍA GRP

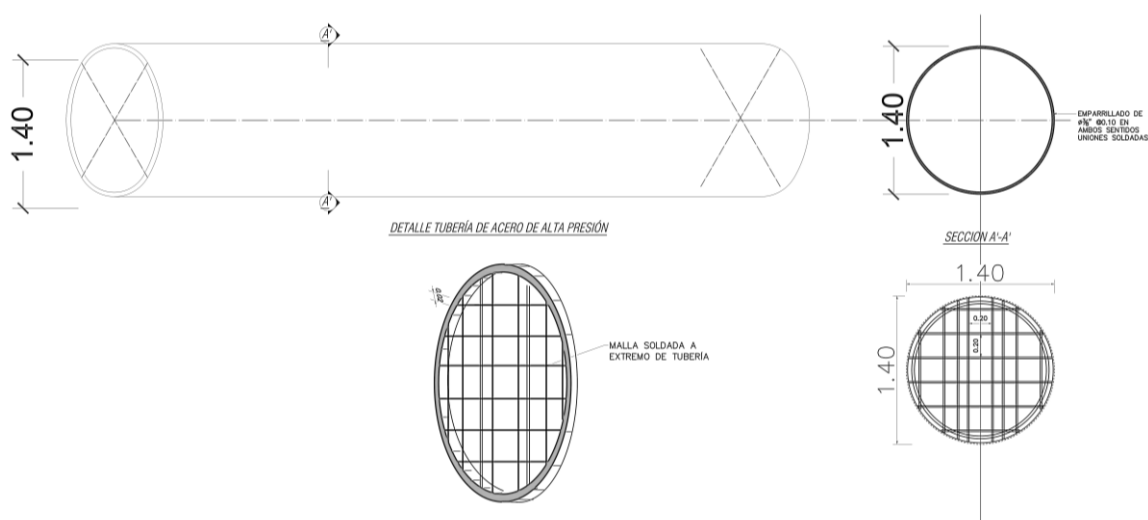
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	TAPÓN CON MALLA ELÉCTROSOLDADA $\Phi=12\text{mm}$, CON LÁMINA DE ACERO DE 20cm, D=1440mm (INCLUYE ABRAZADERA, TORNILLO Y TUERCA)	U	3,00 (*)

(*) Las cantidades pueden variar dependiendo de las condiciones futuras de las tuberías.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Para la tubería de acero, se ha seleccionado una rejilla metálica con varillas corrugada con diámetro de 14 mm, separadas entre sí 20cm, con dos varillas extra en sentido vertical, la tapa tiene un espesor de 10cm en una lámina de acero, y deberá ser soldada a la tubería.

FIGURA No. 62: ESQUEMA PARA EL TAPONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE ACERO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 34 CANTIDADES DE TRABAJO PARA EL TAPONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE ACERO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	REJILLA METÁLICA CON VARILLA $\Phi=14\text{mm}$ (TIPO TAPÓN), D=1400mm	u	2,00 (*)

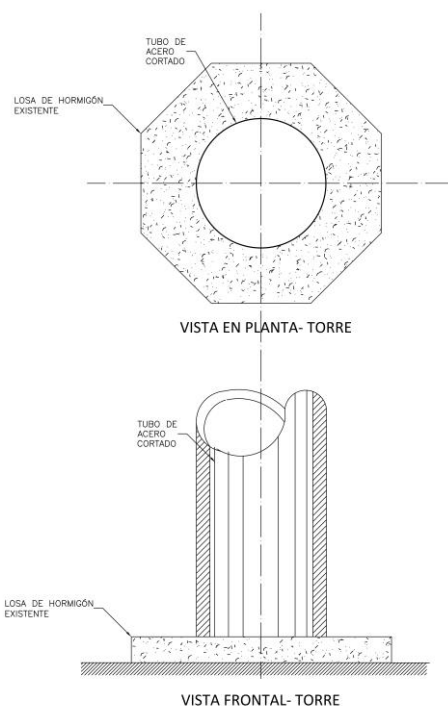
(*) Las cantidades pueden variar dependiendo de las condiciones futuras de las tuberías.

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

También se tiene tubería de acero sin instalar, abandonada, la que deberá ser retirada y acopiada en un lugar seguro (plataforma de Campamento de Contratista), hasta su retiro final.

9.11. TAPONAMIENTO DE LA BASE DE TORRES

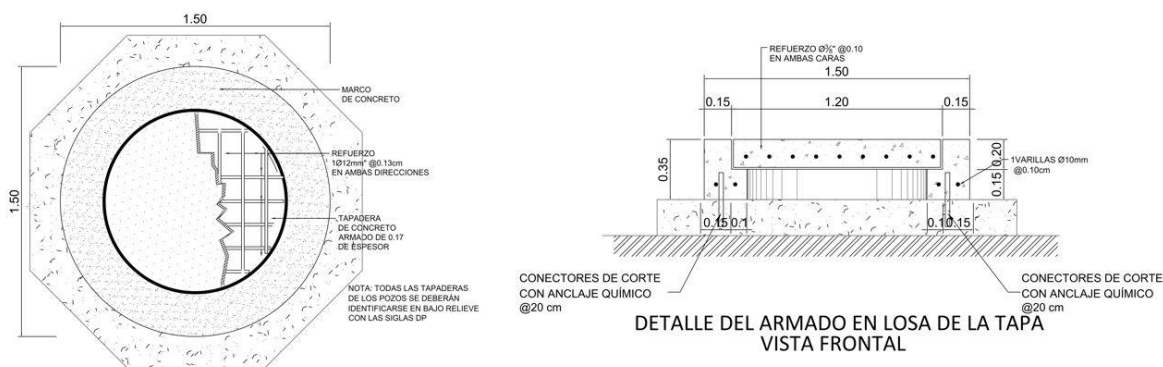
Varias estructuras - torres cortadas de las líneas de transmisión eléctrica muestran un pedazo de torre sobresalida con bordes afilados, en otros sitios se tiene las bases con el agujero de la torre descubierto con riesgo de caídas.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Aquellas estructuras que sobresalgan deberán ser cortadas a nivel de la base y en todos los casos se deberá construir un tapón de hormigón armado, reforzado con malla electro soldada (ver el **ANEXO D: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**, Anexo D1 Planos Geotécnicos, Taponamiento De Tuberías y Torres).

FIGURA No. 63: ESQUEMA PARA EL TAPONAMIENTO DE LOS POSTES CORTADOS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

El número de las bases de torres que requieren taponamiento es de 9 unidades, las cantidades de trabajo son las siguientes:

TABLA No. 35 CANTIDADES DE TRABAJO PARA EL TAPONAMIENTO BASE DE TORRES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	HORMIGÓN SIMPLE $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - EN SITIO	m^3	3,36
D2	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	169,56
D3	ANCLAJE QUÍMICO SIKA ANCHORFIX	cm^3	904,77
D4	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA CEPILLADA	m^2	26,10

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.12. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN CASA DE MAQUINAS.

9.12.1 Barrera de seguridad vial cerca de casa de máquinas

La zona de casa de máquinas tiene una cota menor a la de la vía y está dispuesta de forma perpendicular en una Y, pudiendo tener riesgos viales, relacionados con accidentes de tránsito, por lo que se plantea la colocación de una barrera de seguridad vial.

FIGURA No. 64: BARRERA DE SEGURIDAD VIAL



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Las cantidades para el emplazamiento de la barrera de seguridad vial son las siguientes:

TABLA No. 36 CANTIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD VIAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL METÁLICO, ONDAS (INC. POSTES)	m	44,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.12.2 Cuneta longitudinal y Alcantarilla para desvío de escorrentía

En una zona entre la casa de máquinas se tiene un área inundada que no tiene desfogue, por lo que se plantea construir una cuneta de hormigón bordeando la vía (interceptar al agua que se dirige hacia la depresión), y colocar una alcantarilla a una altura que permita el desfogue libre del agua.

La cuneta dispone de una sección transversal triangular que interceptará al agua evitando la escorrentía de la vía y de la zanja de la tubería de presión, para posteriormente mediante una alcantarilla de 400mm, desembocar al río.

FIGURA No. 65: UBICACIÓN DE CUNETA Y ALCANTARILLA PARA DESVÍO DE ESCORRENTÍA



Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

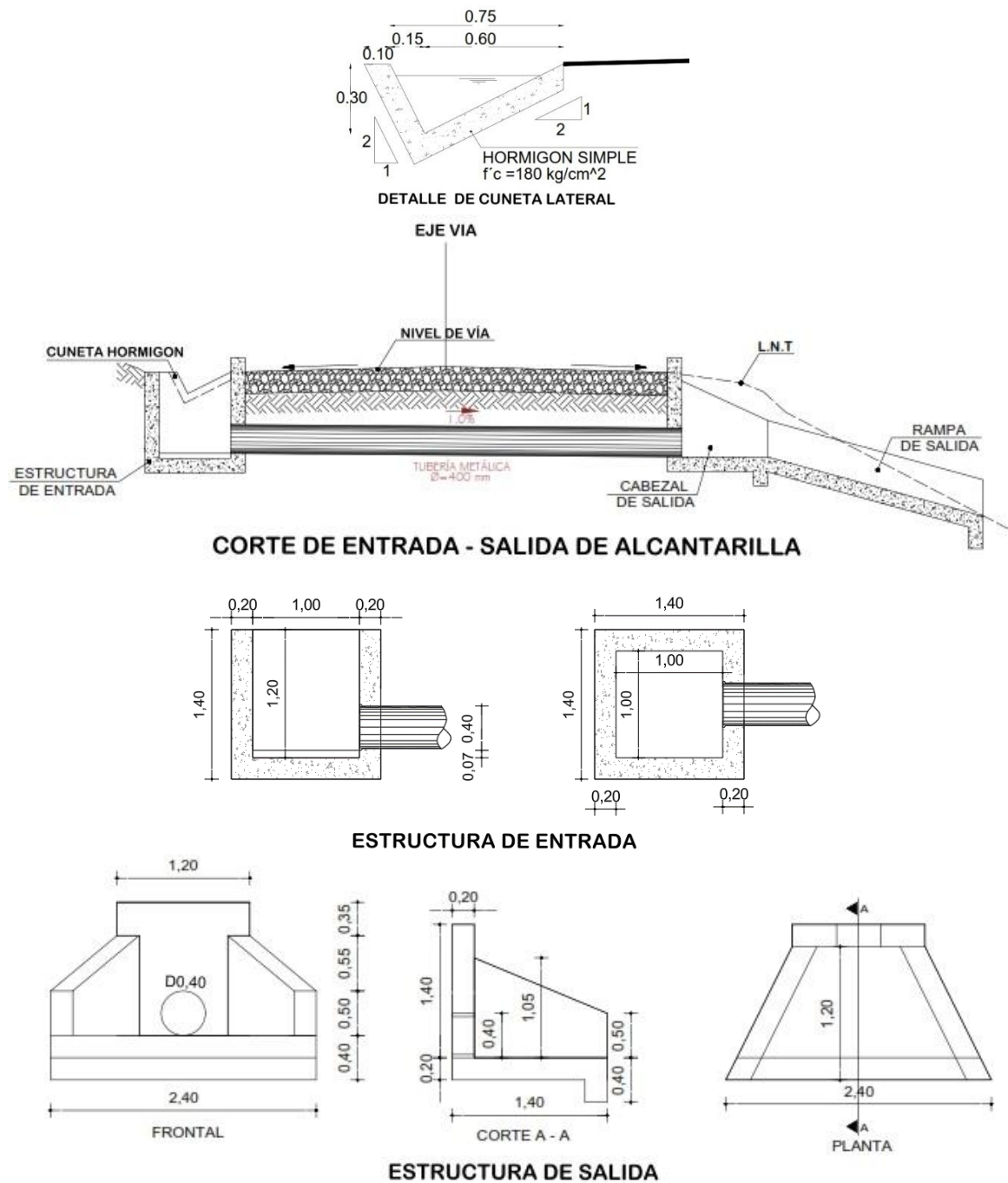
Las cantidades para la construcción de cunetas, alcantarilla y descarga son las siguientes:

TABLA No. 37 CANTIDADES PARA CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS Y ALCANTARILLA PARA DESVÍO DE ESCORRENTÍA

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	CUNETA TRIANGULAR, CON HORMIGÓN SIMPLE $f'_c=180 \text{ kg/cm}^2$	m	206,50
D1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE OBRAS MENORES CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m	15,80
D2	EXCAVACIÓN EN ESTRUCTURAS MENORES	m ³	28,93
D3	HORMIGÓN SIMPLE $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - EN SITIO	m ³	4,13
D4	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	169,65
D5	RELLENO CON SUELO NATURAL COMPACTADO MANUALMENTE	m ³	2,10
D6	REPLANTILLO $f'_c=180 \text{ kg/cm}^2$	m ³	0,21
D7	CAMA DE ARENA	m ³	0,70
D8	ALCANTARILLA METÁLICA CORRUGADA D=400 mm	m	10,40

Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 66: DETALLE DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.13. RELLENO DE ESTANCAMIENTO DE AGUA (ÁREA INUNDADA TUBERÍA DE PRESIÓN)

En la zona de cambio de pendiente de la tubería de presión, antes de la casa de máquinas se tiene un área excavada donde se acumula agua, por lo que se plantea evacuar el agua mediante bombeo para su posterior relleno y configurar las formas al área circundante, propiciando la regeneración natural de vegetación.

FIGURA No. 67: ÁREA PARA RELLENO DE ESTANCAMIENTO DE AGUA



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

El material de relleno provendría de la plataforma del Campamento de Contratistas, con las siguientes cantidades para el relleno del área inundada:

TABLA No. 38 CANTIDADES PARA EL RELLENO DE ESTANCAMIENTO DE AGUA

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE EXCAVACIÓN - EQUIPO LIVIANO	m ³	328,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.14. SEÑALIZACIÓN DE PRECAUCIÓN Y PROHIBICIÓN DE INGRESO

Estas señales avisan y dan a conocer los posibles peligros que se pueden conllevar el ingreso a ciertos lugares para prevenir accidentes; y son, señales de prohibición, de prevención y de información. Los sectores donde se colocará esta señalética son:

- Canal de ingreso a balsa de regulación GSM
- Casa de máquinas
- Captación Tercer Arroyo 1
- Captación Tercer Arroyo 2
- Desarenador GSA

FIGURA No. 68: SEÑALÉTICA DE PRECAUCIÓN Y PROHIBICIÓN DE INGRESO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 39 CANTIDADES PARA SEÑALIZACIÓN DE PRECAUCIÓN Y PROHIBICIÓN DE INGRESO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	SEÑALIZACIÓN	u	5,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.15. CORTE DE HIERROS SOBRESALIDOS

Varias estructuras de hormigón armado han quedado inconclusas y con varillas sobresalidas del hormigón (casa de máquinas, captaciones Tercer Arroyo 1 y 2, captación Varsovia), por lo que deben ser cortadas y retiradas para evitar riesgos de lesiones por punzonamiento. Los sectores donde se realizará el corte del hierro sobresalido, son:

- Casa de máquinas
- Captación Tercer Arroyo 1
- Captación Tercer Arroyo 2
- Captación Varsovia

FOTOGRAFÍA No. 57 CORTAR VARILLAS SOBRESALIDAS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

TABLA No. 40 CANTIDADES PARA CORTE DE HIERROS SOBRESALIDOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	CORTE DE VARILLAS SOBRESALIDAS	día	4,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.16. ACTIVIDADES ÁREA DE CAMPAMENTO CONTRATISTAS.

9.16.1 Demolición de construcciones en mal estado

En el área del campamento se tienen edificaciones en mal estado, con riesgo de colapso o que pueden servir de refugio para la delincuencia, por lo que se recomienda su derrocamiento y llevar los escombros a un sitio de bote adecuado.

TABLA No. 41 VOLÚMENES PARA DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIONES EN MAL ESTADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	DERROCAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	m ²	2100,00
D2	DESALOJO DE ESCOMBROS	m ³	315,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FIGURA No. 69: ÁREAS DE DERROCAMIENTO



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.16.2 Retiro de material de granular

En el Campamento de Contratista se tiene material granular es stock y la misma plataforma ha sido conformada con este tipo de material, con el objeto de restaurar el área retirará el material granular, previo a las acciones de restauración.

El material retirado será usado en las áreas de relleno, esto es en las obras de taponamiento del río Pojom, y en la ataguía para protección de la margen; en los trabajos de conformación del cauce en el río Negro, en la zanja inundada adyacente al camino en la tubería de presión, y cualquier otra actividad que necesite relleno con material granular, todos estos rellenos suman alrededor de 6000 m³ de material granular como mínimo.

FIGURA No. 70: ÁREA DE CAMPAMENTO DE CONTRATISTAS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 42 CANTIDADES PARA RETIRO DE MATERIAL GRANULAR

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	DESALOJO DE MATERIAL	m ³	6000,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

9.17. RETIRO MAQUINARIA Y MATERIALES

Retiro de maquinaria y materiales quemados: Se ubica básicamente en el área de contratistas, adicionalmente tramos de tubería en la llegara al Tercer Arroyo 1, y a la captación Varsovia.

FOTOGRAFÍA No. 58 ÁREA DE CAMPAMENTO DE CONTRATISTAS



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Retiro de tubería metálica, cauce río la Primavera: Es una de las acciones prioritarias del Plan de Trabajo, por el riesgo que conlleva tener varios tubos dispuestos en el cauce, previo al “sifón”, de existir un evento extraordinario el taponamiento del flujo sería inminente, provocando un embalse que el agua corra sobre el valle.

FOTOGRAFÍA No. 59 RÍO PRIMAVERA, PRESENCIA DE TUBERÍA, CON RIESGO DE TAPONAMIENTO.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Retiro de estructuras en piso de L/T: En la ruta de la L/T, se encuentran las estructuras en piso, las cuales deben ser retiradas.

Retiro de Tubería de acero no instalada: En el trazado de la tubería forzada o tubería de presión se tiene junto a la vía tuberías de acero que seguramente fueron stockeadas en sitio para su instalación y que hoy aparecen abandonadas.

FOTOGRAFÍA No. 60 POSTES DE LA L/T Y TUBERÍA DE ACERO ABANDONADA.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

Esta actividad, no se cuantifica volúmenes de material o viajes, pues el dueño de la maquinaria y de los materiales es el quien debiera gestionar el traslado y su disposición final.

Las cantidades de trabajo para el retiro de tubería metálica en el cauce del río Primavera, estructuras en piso de las L/T y tubería de acero no instalada son:

**TABLA No. 43 CANTIDADES PARA EL RETIRO DE TUBERÍA EN EL CAUCE
PRIMAVERA, ESTRUCTURAS EN PISO DE LAS L/T Y TUBERÍA DE ACERO NO
INSTALADA**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	ACARREO MECÁNICO Y TRANSPORTE DE TUBERÍA Y ESTRUCTURA METÁLICA	viaje	3,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

10. PLAN DE TRABAJO

El Plan se centra en describir de manera clara y concisa las acciones propuestas para la gestión de riesgos identificados y posibles impactos de las obras abandonadas del proyecto Hidroeléctrico San Mateo y San Andrés (GSM-GSA), sobre la base del proceso de diálogo comunitario realizado en noviembre 2024 y los estudios técnicos que han caracterizado los riesgos, por su prioridad.

Este Plan de Trabajo, como se indicó en las limitaciones se desarrolla sobre la premisa de que el proyecto está inconcluso y abandonado y toma en cuenta acciones que no produzcan mayor interferencia en el área y que por sí mismas sean de Restauración Ambiental.

Las medidas descritas en el Plan de Trabajo y en el Plan de Restauración Ecológica, son propuestas generadas a nivel de prefactibilidad, pues para su ejecución deberá comprobarse necesariamente en sitio las dimensiones, condiciones de las estructuras y del suelo de cimentación, que permitan su diseño a nivel definitivo.

10.1. COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

No se podrá ejercer ninguna acción en territorio, sin iniciar con un proceso de comunicación, participación e información, que inicie con sentar a la mesa a los actores y líderes locales, informando las acciones propuestas y el proceso de su ejecución.

Previo al proceso de Comunicación e Información el organismo a cargo de la intervención deberá definir qué alcance de intervención y su cronograma, es decir si se actuará de acuerdo a la priorización de acciones (Inmediatas, Medianamente Urgentes, No tan Urgentes o No Urgentes) o habrá otro criterio. Se deberá definir canales de comunicación para el flujo de información, para esta propuesta ser socializada con la comunidad, y el alcance de la participación en la ejecución de las acciones de la comunidad y las demás partes interesadas; estos canales de comunicación deberán ser seguros, confiables y comprometidos con impedir cualquier tipo de represalias.

Todas las acciones de comunicación e información realizada deberán contar con documentación (registros, minutas de acuerdos, otros); además de implementar un sistema de seguimiento a los acuerdos.

Los procesos de comunicación e información deberán contar con una mejora continua es decir un proceso de retroalimentación, en función de la dinámica social en territorio.

A continuación, se describe la recomendación para el proceso de información y comunicación previo a la ejecución.

TABLA No. 44 PROCESO DE COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN

PROCESO DE COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN					
No.	Aspecto	Acción	Objetivo	Observaciones	
1	Programación Inicial	Antes de la propuesta de comunicación deberá definirse que alcance se dará a la intervención	Definir alcance de los trabajos en orden de su prioridad. Definir canales de comunicación y el flujo de información	Acciones Previas.	Acciones Previas
2	Identificación de partes interesadas	Identificación de líderes comunitarios	Lograr incorporar al proceso a todas las partes.	Involucrar a todos los miembros y líderes de las comunidades locales, independientemente de su posición previa con respecto al proyecto. Dar a conocer el alcance de la intervención propuesto y su cronograma. Llegar a acuerdos en la periodicidad de la información y canales de comunicación. Definir un mecanismo de atención a quejas o requerimientos relacionados con las actividades de campo.	
3	Reunión con líderes comunitarios	Reunión con líderes comunitarios	Lograr acuerdos con los líderes con diferentes visiones.	Pueden ser varias reuniones. Podrán contar con asesoría de técnicos en diferentes áreas. Definición de la frecuencia en que serán informados y los mecanismos de atención a quejas o requerimientos. Llegar a acuerdos en la intervención y su cronograma.	
4	Reunión ampliada	En territorio con miembros de las distintas comunidades	Socializar las acciones en el territorio los tiempos y los responsables.	Pueden ser varias reuniones ampliadas. Dar a conocer el alcance de la intervención propuesto y su cronograma. Fomentar los procesos de Veeduría Social.	
5	Acciones en Sitio	Ejecución de medidas propuesta	Realizar las medidas de acuerdo a su programación.	Será necesario contar en el sitio de un profesional social o relacionador comunitario cuyo objetivo será mantener los canales de comunicación abiertos y gestionar los ingresos al área para realizar las actividades.	Acciones que podrán ser integradas a la Veeduría Social.
6	Comunicación e información periódica	Informes periódicos sobre el estado de las acciones.	Escuchar y hacer participar a los miembros de la comunidad.	Informes periódicos que describan el avance de la ejecución del Plan de Trabajo en asuntos que impliquen riesgo o impacto a las comunidades.	

Elaborado por: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

10.2. PROPUESTAS DE ACCIÓN

A continuación, se describen las medidas y acciones desarrolladas para actuar sobre los riesgos determinados, eliminando o disminuyendo riesgos. Se define la prioridad de las acciones.

TABLA No. 45 MEDIDAS PARA GESTIONAR LOS RIEGOS

No.	ACCIONES PARA MITIGACIÓN DE RIEGOS FÍSICOS-AMBIENTALES	PRIORIDAD
1	RECONFORMACIÓN MORFOLÓGICA DEL RÍO POJOM Y TAPONAMIENTO DE LA CAPTACIÓN GSM	
2	RECONFORMACIÓN DE MARGEN DE RÍO NEGRO ALREDEDOR DEL AZUD	
3	RETIRO DE TUBERÍA METÁLICA, CAUCE RÍO LA PRIMAVERA	
4	BARRERA VIVA DE PROTECCIÓN (CAÍDA DE BLOQUES QUE PUEDEN AFECTAR VIVIENDAS EN EL PLATANAR)	
5	TAPONAMIENTO DEL TÚNEL DE ENTRADA Y TÚNEL DE SALIDA	
6	BARRERA EN ZANJAS	
7	RELLENO DE ESTANCAMIENTO DE AGUA (ÁREA INUNDADA TUBERÍA DE PRESIÓN)	
8	BARRERA DE SEGURIDAD VIAL	
9	CUNETA LONGITUDINAL Y ALCANTARILLA PARA DESVÍO DE ENCORRENTÍA CERCA DE CASA DE MÁQUINAS	
10	SEÑALIZACIÓN DE PRECAUCIÓN Y PROHIBICIÓN DE INGRESO	
11	ALCANTARILLA VASOS COMUNICANTES (ZONA DE TALLER DE CONSTRUCCIÓN INUNDADA)	
12	RETIRO DE MAQUINARIA Y MATERIALES QUEMADOS	
13	TAPONAMIENTO DE TUBERÍA GRP Y DE ACERO	
14	TAPONAMIENTO DE LA BASE DE LAS TORRES	
15	CERRAMIENTO	
16	CORTE DE HIERROS SOBRESALIDOS	
17	RETIRO DE MATERIAL DE GRANULAR	
18	REGENERACIÓN NATURAL (RESTAURACIÓN ECOLÓGICA)	
19	COLOCACIÓN DE SUELO ORGÁNICO (REGENERACIÓN NATURAL)	
20	COLOCACIÓN DE SUELO ORGÁNICO Y REVEGETACIÓN ASISTIDA	
21	DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIONES EN MAL ESTADO	
22	RETIRO DE ESTRUCTURAS EN PISO DE L/T	
23	RETIRO DE TUBERÍA DE ACERO NO INSTALADA	

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

En el Capítulo 8 y Capítulo 9, se realizaron las evaluaciones técnicas de las amenazas y se desarrollaron las medidas o acciones de mitigación a ser aplicadas. Estas acciones identificadas necesitan ser gestionadas de forma eficiente para que tengan el efecto mitigador deseado, priorizándolas en función de la importancia y del tiempo de aplicación (se ha considerado las limitantes enunciadas en este documento), bajos los siguientes criterios de priorización:

TABLA No. 46 ORDEN DE PRIORIDAD DE LA ACCIÓN.

Simbología		
Color	Orden de Prioridad de la Acción	Descripción
	Acciones Inmediatas	Son actividades de ejecución inmediata, que su no acción puede producir una crisis o daño de difícil reparación o no reparable
	Acciones medianamente urgentes	Son actividades importantes que por su nivel de riesgo requieren una ejecución a corto plazo
	Acciones No tan urgentes	Son tareas identificadas que pueden ser ejecutadas a mediano plazo
	Acciones No urgentes	Son actividades identificadas que pueden ser postergadas a mediano y largo plazo

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Para determinar la importancia de las acciones se recurrió a la valoración obtenida de la matriz general de riesgos, en la que se realizó la calificación técnica del nivel de riesgo a partir del análisis del nivel de consecuencia de cada amenaza y su probabilidad de ocurrencia, pero también se tomó en cuenta el nivel de percepción de riesgo de la comunidad que fuera recabada en la fase de comunicación y consulta (Diálogo Comunitario). Clasificadas las acciones por su importancia se realizó la interrelación con el tiempo de aplicación, considerando aquellas que son críticas y que requieren una atención inmediata, de aquellas que por efectos de planificación o de ejecución, pueden requerir mayor tiempo. Las acciones priorizadas se muestran en la TABLA No. 45

Por orden de prioridad, el número de acciones que requieren urgente y que acción inmediata corresponden al 13,0%, las acciones medianamente urgentes que requieren atención en un corto plazo son el 30,4%, las acciones que deben ser ejecutadas en un mediano plazo son el 21,7% y las acciones que pueden ser ejecutadas al mediano o largo plazo son el 34,9%.

11. PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La restauración ecológica tiene como objetivo el aplicar acciones para recuperar áreas degradadas debido a algún tipo de intervención, considerando mecanismos aplicados a las condiciones particulares de la zona para su restauración y conservación biológica.

El Plan de Restauración actuará en el componente ambiental (agua, suelo, flora y fauna), relacionado principalmente con la restauración de los caudales naturales de los ríos Pojom y Negro, con la regeneración de la cobertura vegetal. El Plan necesariamente deberá contar con un plan de monitoreo de los procesos de restauración y de los indicadores de restauración, el cual será parte del Plan de Monitoreo del presente documento.

11.1. RESTAURACIÓN DE LOS CAUDALES NATURALES

El aspecto más importante del proyecto es la restauración de los caudales naturales debido a que la obra de toma del río Pojom y su conducción realiza un trasvase hacia la cuenca del río Negro, en los eventos críticos, cambiando su comportamiento hidrológico, lo que determina que existan mayores eventos de anegamiento de las zonas de humedales (Ver **ANEXO B INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA**, Anexo B1 Mapas Temáticos), esto se agrava por la presencia de la vía a mina que se convirtió en una barrera que separa las áreas del humedal, lo que disminuye la capacidad del humedal de recibir un volumen de agua previo a desbordarse, hacia la zona del Platanar y Bella Linda.

La condición geológica del área que tiene como principal característica la presencia de cavidades kársticas (Dolinas), que se dan por la disolución de las rocas calcáreas, lo cual hace que los drenajes se pierdan y sean transportados por cavidades o túneles hasta una zona aguas abajo donde vuelve aparecer¹². Este fenómeno natural se lo denomina por los pobladores como Sifones o Drenajes. En eventos críticos, como los tornados suelen hacer aparecer y desaparecer estos sifones, ya que los aluviales y material superficial son removidos o acumulados. En el caso del río Negro, se mencionó que el caudal aumentó, luego del paso de los huracanes Eta e Iota (2020). Es por esto que se vuelve importante realizar el taponamiento de la estructura de captación del proyecto, para que no se produzca estas alteraciones, al momento existe un flujo, un paso libre del agua hacia el río negro.

11.1.1 Caudales naturales, análisis hidráulico e hidrológico.

Desde el punto de vista del comportamiento hidráulico de Ríos, donde se ha realizado la simulación matemática 1D en las zonas de estudio tanto del Río Pojom como del Río Negro con las obras hidráulicas existentes sin intervención se tiene que para un periodo de retorno (TR) de 2 años en el Río Pojom, se obtuvo un caudal de 92,2m³/s, el cual tiene una probabilidad de ocurrencia del 90% durante todo el año, su comportamiento hidráulico actual es que tiene un flujo menos eficiente, su área y perímetro hidráulico es reducida, su velocidad es baja y consecuencia de ello menos capacidad de transporte de sedimentos, lo cual hace que se eleve su tirante hidráulico y con fuertes precipitaciones extremas se produzca inundación principalmente en la margen derecha aguas arriba y aguas abajo de la obra de captación.

12 Este fenómeno fue observado en la microcuenca del río Negro como en el río Primavera.

FOTOGRAFÍA No. 61 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO POJOM, TR= 2 AÑOS.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

En el Río Negro, para el mismo período de retorno y probabilidad de ocurrencia anterior se obtuvo un caudal de 21.52m³/s, su comportamiento hidráulico actual es que tiene un flujo menos eficiente, su área y perímetro hidráulico es reducida, su velocidad es baja y consecuencia de ello menos capacidad de transporte de sedimentos, lo cual hace que se eleve menos su tirante hidráulico y con fuertes precipitaciones extremas se produzca inundación principalmente en la margen derecha aguas abajo de la obra de captación.

FOTOGRAFÍA No. 62 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO NEGRO, TR= 2 AÑOS.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

A continuación, se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos obtenidos de la simulación en los sitios de captación del Río Pojom y Río Negro.

TABLA No. 47 MODELACIONES HIDRÁULICAS RÍO POJOM Y NEGRO

RESUMEN MODELACIONES HIDRÁULICAS SIN INTERVENCIÓN

Nombre	Ocurrencia	Caudal	Area	Perim.	Radio	Calado	Velocidad
Río	90%	m ³ /s	m ²	m	m	m	m/s
POJOM	Tr2	92.12	87.02	81.64	1.07	2.20	2.06
NEGRO	Tr2	21.52	46.74	71.39	0.65	0.70	0.70

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Para el análisis del trasvase existente, sin ninguna intervención, se tiene un caudal de exceso o aportante del río Pojom de 8,37 m³/s en función de un calado de 20 cm., cuando se produce inundación para un periodo de retorno de 2 años en la margen derecha y que es un aportante al caudal del Río Negro, obteniendo un caudal total de 29,89m³/s.

TABLA No. 48 MODELACIÓN HIDRÁULICA RÍO POJOM Y NEGRO, CON TRASVASE

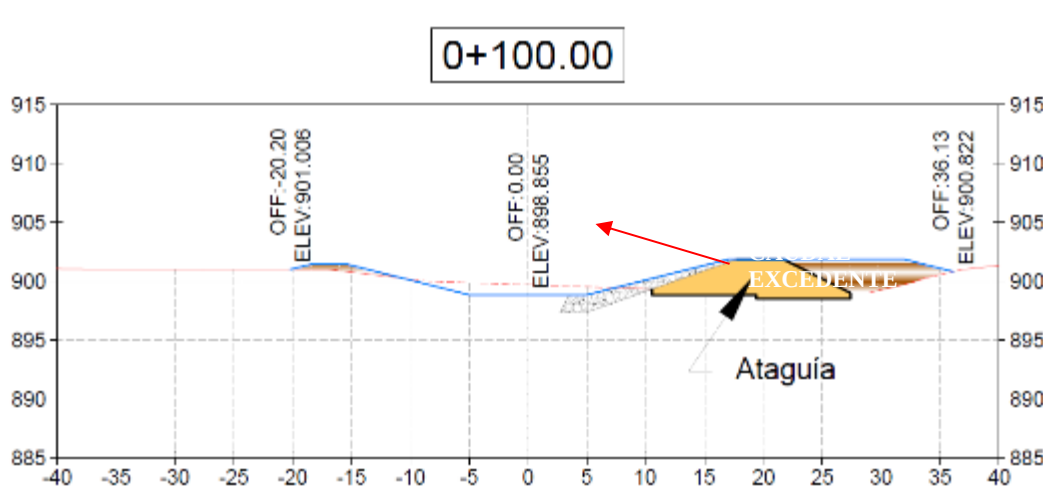
RESUMEN MODELACIONES HIDRÁULICAS SIN INTERVENCIÓN							
Nombre	Ocurrencia	Caudal	Area	Perim.	Radio	Calado	Velocidad
Río	90%	m3/s	m2	m	m	m	m/s
POJOM	Tr2	8.37	7.91	7.42	1.07	0.20	2.06
NEGRO	Tr2	21.52	46.74	71.39	0.65	0.70	0.70
Total Río Negro		29.89					

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Acciones de remediación río Pojom.

Para tomar las acciones de remediación en el Río Pojom y corregir la zona de inundación en la margen derecha que a la vez afecta al patrón de drenaje de la cuenca del Río Negro, se propuso el manejo del flujo eficiente mediante la medida **restauración morfológica del río Pojom** que incluye una corrección del cauce para ampliar la sección hidráulica y mejorar el transporte de sedimentos, además del **cierre en la captación existente** mediante una ataguía con núcleo de arcilla y protección de enrocado en un longitud de 90m aproximadamente de la margen derecha, con ello se realizó la modelación hidráulica y se obtuvo los siguiente resultados hidráulicos.

FIGURA No. 71: RESTAURACIÓN MORFOLÓGICA, RÍO POJOM



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FOTOGRAFÍA No. 63 COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO POJOM, CON INTERVENCIÓN.



Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 49 MODELACIÓN HIDRÁULICA RÍO POJOM, CON INTERVENCIÓN

RESUMEN MODELACIÓN HIDRAÚLICA CON INTERVENCIÓN							
Nombre	Ocurrencia	Caudal	Area	Perim.	Radio	Calado	Velocidad
Río	90%	m3/s	m2	m	m	m	m/s
POJOM	Tr2	92.12	31.57	24.60	1.28	1.83	3.00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Las acciones de remediación propuestas en el Río Pojom favorecen notablemente el desempeño eficiente del flujo, mejora la sección hidráulica, disminuye el tirante o calado hidráulico para evitar inundaciones hacia la margen derecha, con ello no se incrementa el caudal en el Río Negro y con el aumento de la velocidad, se obtendrá un mejor desempeño en el transporte de sedimentos. Esto sumado al cierre de la captación del Río Pojom se obtendrá un desempeño hidráulico eficiente y no se altera el patrón de drenaje del Río Negro.

Ejecutadas las medidas de remediación en el Río Pojom, esto se traslada en un efecto en el río Negro, donde este vuelve a los caudales naturales; sin embargo, persiste el efecto de la vía de acceso a la mina que se transforma en una barrera en la zona del humedal, para eventos críticos, poniendo en riesgo las poblaciones aguas abajo como El Platanar y Bella Linda, tal como muestra la modelación hidrológica e hidráulica, es por esto que se hace necesario mediante estructuras de conexión garantizar que el área-volumen del todo el humedal sea ocupada en un evento crítico.

FOTOGRAFÍA No. 64 HUMEDAL CON VEGETACIÓN, RÍO NEGRO 1



Fuente: Charlie Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

FOTOGRAFÍA No. 65 HUMEDAL CON VEGETACIÓN, RÍO NEGRO 1



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

FOTOGRAFÍA No. 66 VÍA HACIA MINA 1

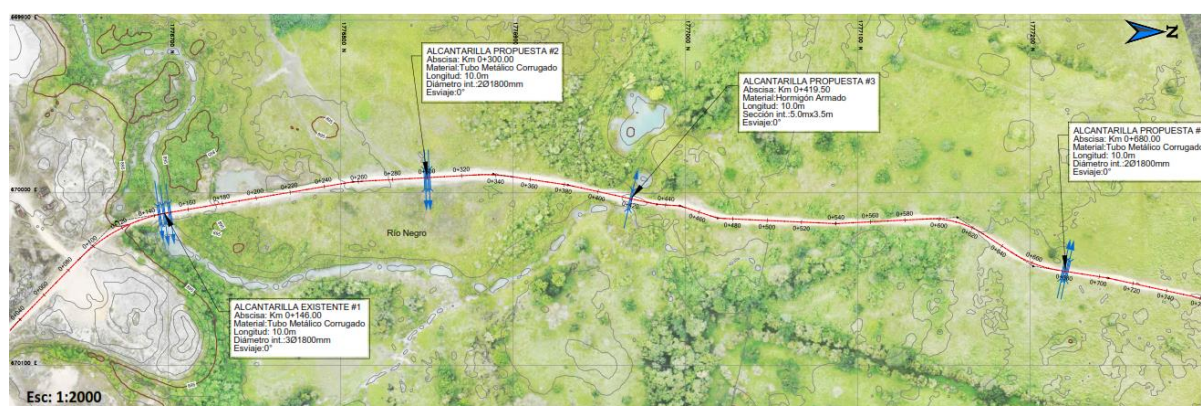


Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2024

En las fotografías se puede observar lo dicho: 1) el área de humedal con vegetación; 2) la vía se convierte en una barrera; y, 3) una alcantarilla existente.

En la siguiente Figura se describe la ubicación de las alcantarillas “vasos comunicantes” diseñadas. El diseño y sus planos se presenta en el **ANEXO C: HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**, Anexo C1.5 Vía Mina 1, donde se desarrolla la medida de Alcantarillas Vaso comunicantes.

FIGURA No. 72: UBICACIÓN DE LA ALCANTARILLA VASO COMUNICANTES



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

11.2. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

La obra de trasvase del río Pojom hacia río Negro ocasiona dos efectos hacia los ecosistemas acuáticos, por un lado, la disminución de caudales en el río Pojom, hacia aguas abajo del sitio de inicio del trasvase, y por otro, el incremento de caudal en el río Negro.

En el caso del río Pojom, las medidas técnicas propuestas para la recuperación del cauce y protección de las márgenes, mediante la restauración morfológica, además de un dique de protección (atagüía), que permite recuperar el flujo normal del río y por tanto se obtiene la restauración de este ecosistema acuático que se encontraba deteriorado, con la consecuente restitución a un flujo natural, la biodiversidad acuática, restaurar las fuentes de alimento tradicionales (pesca), y el uso del agua.

En el caso del río Negro, al dejar de recibir el caudal en excesos, hace que el cauce retome las condiciones normales de flujo; además en la visita se verificó que el trabase solo funcionará en crecida, por lo que no debería tener una perturbación mayor el ecosistema acuático. Al no estar en funcionamiento el proyecto, no se captan caudales de los ríos Varsovia, Tres Arroyos, ni Primavera, por lo que el área debe haberse recuperado o estar en proceso de recuperación de los impactos producidos en construcción. Como medida e indicador de los ríos se propone como parte del Plan de Monitoreo de las medidas de gestión de riesgos, monitoreo de calidad de agua para verificar las condiciones de recuperación del agua de los ríos y muestreo de suelo en el área de campamento contratistas para verificar que no exista contaminación por escorrentía.

11.3. RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

El área de Ixquisis, el paisaje rural está caracterizado por las actividades del proyecto hidroeléctrico GSM y GSA, las variables de clima, cultivos y asentamientos humanos no han sido determinantes para los cambios de paisaje rural. Sin embargo, de lo anterior como puede verse en el análisis multitemporal realizado, la zona tiene un alto poder de regeneración natural tal es así que al analizar las coberturas 2011, 2014, 2016 y 2024, se tiene una tasa de recuperación anual de 7,6 a 11,2 has, recuperadas anualmente.

El área neta de intervención del 2014 fue de 58,4 ha., el área de intervención 2016, fue de 80,7 ha. (cuando el proyecto estaba en plena fase constructiva), el área de intervención actual (noviembre 2024) corresponde a 20,2 ha., lo que determina que el área de intervención del proyecto general ha tenido una regeneración de alrededor del 64%, por lo tanto, se concluye que las condiciones ambientales y de suelos del área son determinantes para la regeneración natural.

Para los ecosistemas terrestres se plantean varios mecanismos, según la particularidad de cada problema encontrado, como se detalla a continuación:

11.3.1 Limpieza de desechos

Un primer paso en la restauración consiste en retirar basura, escombros, chatarra, tuberías, materiales abandonados y cualquier residuo que se haya acumulado en el área afectada y que no estén instalados o bajo tierra. Para ello, se emprenderán las siguientes acciones:

- Identificar y clasificar el material de desecho, previo a su retiro
- Definir la ubicación a la que serán trasladados los desechos
- Identificar la necesidad de uso equipos o maquinaria para la movilización (ej. Escombros)
- Identificar la necesidad de personal, dando preferencia a contratar mano de obra local
- Proceder al retiro de materiales y limpieza de las áreas afectadas.

Las acciones que toman en cuenta esta actividad en el Plan de Trabajo son:

- Retiro de material granular
- Retiro de maquinaria y materiales quemados
- Demolición de construcciones en mal estado
- Retiro de tubería metálica, cauce río la Primavera
- Retiro de tubería de acero no instalada

En las evaluaciones y medidas técnicas del presente documento se describen las acciones de limpieza y retiro de materiales abandonados y desechos.

11.3.2 Mantener procesos de regeneración natural

Aquellas áreas que donde fueron suspendidas las actividades del proyecto y que no presentan huellas de erosión hídrica o procesos de erosión, y en las cuales se ha ido regenerando la vegetación (sin intervención externa), no requieren la aplicación de técnicas de revegetación y por tanto debe dejarse que siga un proceso natural de recuperación de la cobertura vegetal.

11.3.3 Regeneración natural + Colocación de suelo orgánico

Existen áreas que requieren la aplicación de una capa de suelo orgánico para poder estar aptos para que se provoque un proceso de cobertura vegetal, que son las siguientes:

- Áreas en que se debe realizar intervenciones en el suelo para su recuperación, como sitios en los cuales se va a realizar rellenos (como las zanjas descubiertas para tubería), sitios donde se va a retirar material granular (como el relleno en la zona de los campamentos y almacenamiento de tubería).

- Sitios de pendientes menores a 20% que no han tenido un proceso de regeneración natural o este ha tenido una baja cobertura, a pesar del tiempo desde que se dejaron las actividades constructivas y quedan expuestos a procesos erosivos o de fragmentación de hábitats.

En estas áreas se realizará la cobertura total mediante el relleno compactado con suelo orgánico, con alrededor de 10 cm de espesor. En caso de terrenos de baja pendiente se puede remover el suelo y propiciar la regeneración natural de vegetación.

En caso de que se vaya a aplicar un proceso de revegetación, del suelo deberá permanecer compactado hasta el momento en que se vaya a aplicar dicho proceso de revegetación, que será cuando se lo escarifique.

11.3.4 Regeneración natural + Colocación de suelo orgánico + Aplicación de revegetación asistida.

La revegetación asistida se aplicará en aquellos sitios que cuenten con una base de suelo orgánico, condición necesaria para que la vegetación prenda, y el crecimiento de las plantas sea sano y robusto.

Las condiciones para aplicar la revegetación, son las siguientes:

- Preparar el suelo orgánico para que reciba la revegetación, escarificándolo (removiéndolo)
- Seleccionar el tipo de planta a ser aplicada
- En cada zona de regeneración deberá ponerse una capa de suelo orgánico entre 5 y 10 cm aproximadamente, esto mejorará las propiedades físicas del suelo y los niveles de fertilidad, se podrá ayudar a dicha fertilidad aplicando estiércol u otros abonos orgánicos o productos de compostaje (se recomienda preparar con anticipación compost o adquirirlo en la localidad), con el objetivo de mejorar el suelo y estimular el crecimiento de la vegetación.
- Para la siembra en taludes se recomienda seguir las curvas de nivel con intervalos verticales.
- Se recomienda que la siembra se realice previo a la época lluviosa.
- El suelo deberá estar húmedo para asegurar que la planta se prenda.
- La siembra se realizará de manera manual en hoyos donde son introducidos los esquejes.
- Los hoyos deben ser de 5 a 10 cm de diámetro y de 7 a 10 cm de profundidad colocándose en estos los esquejes logrando que las raíces estén rectas y sin doblarse luego se taponan el agujero y se afirma la tierra mediante presión con los dedos.
- Se requieren de 2000 a 3000 esquejes para establecer 100 metros lineales en barreras.
- Verificar trimestralmente el crecimiento de la vegetación y de ser necesario aplicar acciones de mantenimiento o restitución de plantas en el primer año y a partir del segundo año, anualmente.
- Se calificará como exitosa la revegetación, cuando el área con vegetación de pastos cubra una superficie aproximada al 80% de toda el área, o se tenga, en el caso de la siembra de plántulas, cuando haya una sobrevivencia del 80% de las plantas sembradas.

Todo proceso de revegetación debe iniciar con la des-compactación de los suelos provocando la reducción del volumen de esorrentía, creando caminos de drenaje e incrementando la

velocidad de infiltración con su consecuente incremento del almacenamiento del agua; con esto la especie tendrá mayor facilidad de enraizamiento.

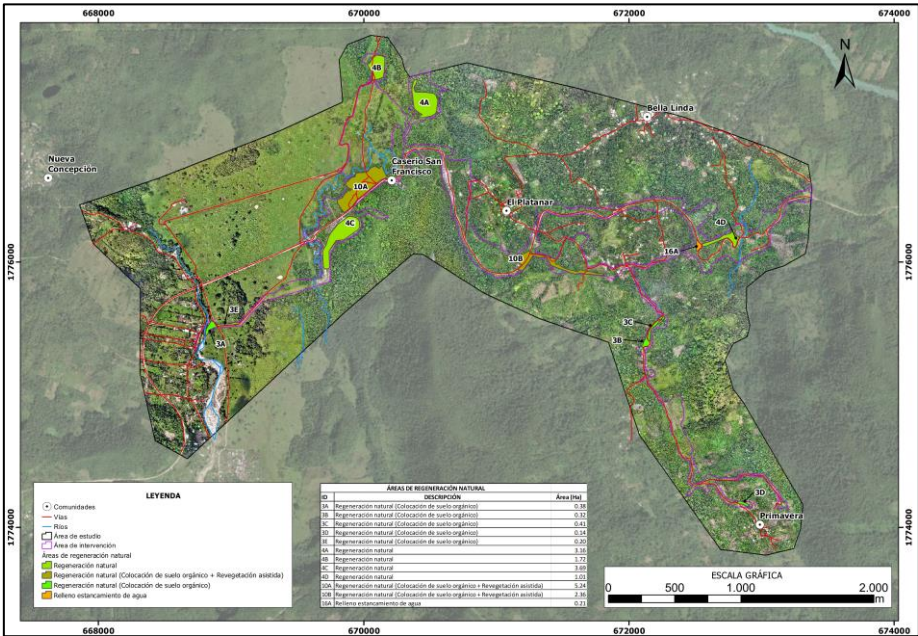
FIGURA No. 73: REVEGETACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS CON ESQUEJES DE PASTOS



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2003

En el **ANEXO B INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA** Anexo B1 Mapa Áreas Regeneración, se tiene la ubicación de las áreas propuestas, y son las siguientes:

FIGURA No. 74: ÁREAS DE REGENERACIÓN NATURAL



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

TABLA No. 50 ÁREAS PARA REGENERACIÓN NATURAL

Áreas en regeneración				
ID	Descripción	Área (ha)	Ubicación. Coordenadas UTM	
			Este (m)	Norte (m)
3A	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	0,38	668846	1775510
3B	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	0,32	672130	1775400
3C	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	0,41	672199	1775520
3D	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	0,14	672864	1774180
3E	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	0,20	668980	1775530
4A	Regeneración natural	3,16	670460	1777200
4B	Regeneración natural	1,72	670106	1777470
4C	Regeneración natural	3,69	669822	1776200
4D	Regeneración natural	1,01	672734	1776170
10A	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico + Revegetación asistida)	5,24	669979	1776570
10B	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico + Revegetación asistida)	2,36	671362	1775990
16A	Relleno estancamiento de agua	0,21	672526	1776120

Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Además, como parte del proceso de regeneración natural, se incluye el relleno a al área de zanja de la tubería que esta anegada junto al camino a casa de máquinas.

11.3.5 Procesos adicionales para revegetación asistida

En el caso de que por las condiciones de las áreas se haga necesario la utilización de procesos adicionales a los anteriores, donde se necesite ayuda de ayuda de materiales geo sintéticos, dependiendo de las áreas podrá usarse.

La aplicación de geo mantas puede ser usada en terreno con pendientes mayores a 20%, esta permite mayor eficiencia y resultados, en la protección del suelo de procesos erosivos, propiciando el crecimiento de vegetación a fin de darle una vegetal definitiva. Las alternativas son geomanta con bolsillos o biodegradable con fibra de coco.

Todo proceso de revegetación debe iniciar con la descompactación de los suelos provocando la reducción del volumen de escorrentía, creando caminos de drenaje e incrementando la velocidad de infiltración con su consecuente incremento del almacenamiento del agua; con esto la especie tendrá mayor facilidad de enraizamiento habiendo mayor fijación del esqueje.

FIGURA No. 75: COLOCACIÓN DE GEOMANTO



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2003

11.3.6 Barrera de árboles

Desde el punto de vista de la estabilidad, una de las medidas de mitigación ante la caída de bloques en el sector de El Platanar, consiste en la formación de una barrera ecológica de árboles de diámetro mayor que 40cm y altura superior a 2,5m, distanciados al menos 3m entre cada planta, con lo que se prevé la siembra de unos 530 árboles.

La propuesta de esa barrera ecológica de protección a la seguridad de la población y sus bienes, necesita aplicar las siguientes condiciones:

- Seleccionar las plantas nativas a ser sembradas, considerando sus características propias, las condiciones del terreno en que se sembrarán. Las especies recomendadas son las siguientes:

TABLA No. 51 ESPECIES DE ÁRBOLES RECOMENDADAS PARA LA SIEMBRA EN BARRERA VIVA

ESPECIE	DIÁMETRO	ALTURA	OBSERVACIONES
Chaperno blanco	60 cm a 1 m	5-20 m	
Guarumo	30 a 40 cm	20-25 m	
Santa María	1,8 m	20-50	crecimiento lento
Canxán	1 a 3 m	hasta 70 m	
Danto	hasta 100 cm	hasta 30 m	crecimiento lento
Guacibán	80 cm	13-40 m	
Ramón Blanco	1,5 m	hasta 45 m	crecimiento lento
Tamay	50 cm	hasta 30 m	
Santa amelia	1,8 m	25-45 m	
Cajal colorado	hasta 100 cm	hasta 25 m	para reforestar pendientes

Fuente: INAB, Guía Técnica de especies forestales nativas para restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2023

- Disponer de un pequeño invernadero local donde se preparen las suficientes plantas de árboles nativos, y en donde al disponer de especímenes de al menos 40 cm de crecimiento se seleccionará aquellos que estén sanos para su trasplante

- Considerar la profundidad de las raíces de las plantas desde el punto de conexión del tronco con las raíces, para realizar la excavación en el suelo con un ancho similar a la profundidad de excavación
- Colocar un abono orgánico o de compost preparado localmente (las materias primas del compost deben originar concentración de fósforo), en el fondo del agujero, como fuente de fósforo, para promover un crecimiento saludable de las raíces
- Posicionar el árbol de forma vertical y erguido para un crecimiento recto, si es necesario hacer uso de estacas para nivelarlo
- Rellenar las tres cuartas partes del agujero con tierra orgánica apisonándola de forma ligera para asegurar que no se formen bolsas de aire, evitando afectar las raíces. La cuarta parte superior rellenarla con compost preparado previamente en la localidad
- De ser posible colocar una capa de “mulch” alrededor del árbol para protegerlo del crecimiento de hierbas y para mantener la humedad
- Verificar trimestralmente el crecimiento de los árboles, darles mantenimiento y de ser necesario hacer la restitución de plantas.

11.4. ACCIONES PARA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

11.4.1 Regeneración Natural (Restauración ecológica)

Son varias las zonas intervenidas durante la construcción que quedaron abandonadas al suspenderse la construcción (zonas de bote o escombreras, balsa GSA, Mina 1, Mina 2, tubería enterrada), que no presentan huellas de procesos erosivos o de inestabilidad y que actualmente, por procesos naturales propios de la zona, presentan un importante porcentaje de cobertura vegetal producto de la regeneración natural (superior al 64%).

Una intervención en estas áreas sería contraria a los intereses de la restauración ecológica, por lo que se recomienda no intervenirlas y dejar que continúe el proceso de regeneración natural y monitorearlas.

11.4.2 Colocación de Suelo orgánico (Regeneración natural)

En aquellas zonas intervenidas durante la construcción que quedaron abandonadas al suspenderse la construcción o que requieren alguna intervención para mitigar las amenazas (área reconformada morfológicamente en los ríos Pojom y Negro, área del campamento de contratistas, acceso a la tubería de presión instalada), para promover el crecimiento de especies vegetales (pastos) se deberá realizar el tendido de una capa uniforme de suelo orgánico, con un espesor de al menos 5 cm.

Las cinco áreas donde se colocará suelo orgánico y se fertilizará para promover la regeneración natural se muestran en el **ANEXO B INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA** Anexo B1 Mapa Áreas Regeneración, que muestran un área total de 1,45 ha.

El volumen aproximado de material necesario para la reconformación de una capa uniforme de suelo orgánico es la siguiente:

**TABLA No. 52 CANTIDADES DE TRABAJO PARA LA REGENERACIÓN NATURAL
(COLOCACIÓN DE SUELO ORGÁNICO)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	RELLENO SUELO NATURAL (SUELO ORGÁNICO)	m ³	725,00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

11.4.3 Colocación de suelo orgánico y revegetación asistida

En aquellas zonas intervenidas durante la construcción que quedaron abandonadas al suspenderse la construcción o que requieren alguna intervención para mitigar las amenazas y donde se ha colocado suelo orgánico, pero se requiere garantizar la cobertura vegetal en un corto plazo, menor a dos años (plataforma de máquinas, tubería de presión), se deberá realizar la siembra de pastos utilizando especies nativas

Las áreas donde se colocará suelo orgánico (5cm de espesor) y se sembrará pasto para obtener cobertura vegetal se muestran en el **ANEXO B INFORME GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA Y ORTOFOTOGRAFÍA** Anexo B1 Mapa Áreas Regeneración, donde la zona de la tubería de presión GSM tiene un área de 2,36 ha., y la zona de la plataforma del Campamento de Contratista tiene un área de 2,62 ha. (toda el área tiene un área de 5,24 ha., pero aproximadamente el 50% se encuentra en proceso de regeneración natural y el área donde se plantea la necesidad de retirará parte del material granular es el restante 50%, que requerirá suelo orgánico y revegetación asistida). Dependiendo de las condiciones del área, podría ser necesario el uso de geo mantas, las cuales no han sido cuantificadas, y deberán cuantificarse una vez definida la intervención en campo.

Las cantidades para revegetación de las zonas intervenidas son las siguientes:

TABLA No. 53 CANTIDADES DE TRABAJO PARA REVEGETACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
D1	RELLENO SUELO NATURAL (SUELO ORGÁNICO)	m ³	2490.00
D2	SIEMBRA DE PASTOS	kg	750.00

Elaborado por: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

12. PLAN DE MONITOREO

En este plan se dan recomendaciones, que permitan medir con regularidad las acciones y cambios ambientales, en el proceso previo, en la ejecución de las acciones propuestas en los Planes descritos en el presente documento y en la verificación de sus efectos.

El monitoreo requiere tomar datos del medio externo para verificar los cambios que, se basa en la recolección de información, antes, durante y después del proyecto.

12.1. OBJETIVOS

- Promover la participación de la comunidad, mediante una veeduría social.
- Verificar que las medidas propuestas que se implementen consigan el efecto deseado;
- Detectar a tiempo posibles problemas no previstos, con el fin de hacer los ajustes necesarios en la ejecución de los Planes;
- Evaluar las acciones realizadas.

12.2. VEEDURÍA SOCIAL

El monitoreo social tiene como premisa la participación de los actores como requisito para lograr la sostenibilidad, se trata entonces de mejorar la calidad de vida. Por lo que la acción está relacionada a la información oportuna y a fomentar una veeduría social.

La Veeduría Social es el mecanismo propuesto para una participación social y monitoreo comunitario, mediante el cual se pueda supervisar el Plan de Trabajo y Plan de Restauración Ecológica, de forma objetiva e imparcial, teniendo como propósito actuar a tiempo en caso de encontrar errores u omisiones.

La veeduría considera una Participación facultativa, es decir no es obligatoria, y sería temporal, pues durará lo que dure el proceso de implementación y el monitoreo propuestos.

Consiste que, mediante el proceso inicial de Comunicación e Información, se procure la creación de una Veeduría social, mediante la participación de líderes comunitarios que hagan el seguimiento a las acciones, maximizando sus efectos, y generando recomendaciones de ser el caso.

Conceptos básicos para la creación de la Veeduría:

Transparencia. Derecho a la información, se brinda a la ciudadanía y a las organizaciones de la sociedad civil.

Monitoreo comunitario. Verificar si lo propuesto se cumplió. Consiste en indagaciones, pruebas y reportes, que lleven a juicios fundamentados.

Asesoría técnica. De requerirse una asesoría técnica, deberá contar con dicha asesoría.

Competencias de la Veeduría: La veeduría como parte de su vigilancia podrá hacer recomendaciones escritas ante las entidades que ejecutan las actividades

de gestión de riesgos y restauración ecológica y ante los organismos de control correspondientes.

Capacitación a los voluntarios: es importante dotar de información y capacitación a los voluntarios, para reforzar su objetividad sobre la base de nuevos conocimientos. Capacitación en conceptos básicos técnicos e ingenieriles. Orientación para la realización de denuncias.

Informar las actividades a ejecutar: alcance, temporalidad y recursos.

12.2.1 Parámetros básicos de Estructuración de la Veeduría Social

Esta veeduría social-comunitaria es el mecanismo que debe asegurar que la información sea accesible para todos, actuar como mediador entre las partes involucradas para resolver los conflictos de manera pacífica y velar que las acciones propuestas se ejecuten, sin vulnerar los derechos de las comunidades.

- **Estructura de la Veeduría Ciudadana**
 - Debe estar compuesto por representantes de la comunidad; pueden incluirse organizaciones de la sociedad civil (colegio de ingenieros, colegio de ingenieros agrónomos forestales y ambientales, otros), organizaciones de derechos humanos y medio ambiente, Observadores neutrales internacionales o nacionales (Ej. ONU)
 - Organizar espacios de consulta donde la comunidad pueda expresar sus opiniones y preocupaciones sobre la ejecución.
- **Mecanismos de Acción y Seguimiento**
 - Documentar y sistematizar toda la información relacionada con la ejecución.
 - En caso de que se detecten irregularidades o violaciones, la veeduría puede emitir alertas públicas, cartas de denuncia y proponer soluciones ante las autoridades competentes.
 - Establecer una línea directa o correo electrónico para que cualquier miembro de la comunidad pueda reportar problemas o incumplimientos o agresiones en el ámbito de la implementación de las medidas propuestas.
- **Colaboración con Entidades Externas**
 - Buscar el apoyo de organismos internacionales.
 - Involucrar a universidades, gremios profesionales que puedan proporcionar criterios técnicos que permitan mejorar las propuestas o proponer otras soluciones de ser el caso.

12.3. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS

Los análisis de riegos ambientales y sociales efectuados, señalan la precepción de la población de la posible contaminación de cuerpos de agua debido a la presencia del proyecto, por vertido de aceites, desechos, descargas de aguas servidas, con su correspondiente daño a los ecosistemas naturales. Lo anterior implica la necesidad de realizar el monitoreo de calidad del

agua, que permitan determinar si existe o no contaminación relacionada con las obras, equipos y maquinaria abandonada, identificando además criterios de calidad que determinen la condiciones para el desarrollo de la vida acuática.

Por lo que se plantea realizar muestreos aguas hacia aguas arriba y aguas debajo de los sitios de interés, los análisis de esos resultados determinarán la existencia de contaminación o no del agua. En caso de evidenciar contaminación, se deberán tomar las medidas correctivas en la fuente de origen.

Los parámetros mínimos para caracterizar la calidad del agua superficial, fueron seleccionados en función de las posibles fuentes de contaminación mencionadas por los pobladores en noviembre de 2024:

TABLA No. 54 PARÁMETROS A MONITOREAR DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Parámetro	Expresado en	Unidad
Temperatura	°C	---
Potencial hidrógeno	pH	---
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l
Oxígeno disuelto	OD	mg/l
Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	µs / cm
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5	mg/l
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l
Alcalinidad	---	mg/l
Hierro	Fe	mg/l
Manganeso	Mn	mg/l
Amoníaco	NH ₃	mg/l
Bario	Ba	mg/l
Mercurio	Hg	mg/l
Plomo	Pb	mg/l
Cadmio	Cd	mg/l
Cromo (total)	Cr	mg/l
Níquel	Ni	mg/l
Plomo	Pb	mg/l
Vanadio	V	mg/l
Nitratos + nitritos	N	mg/l
Fosfatos		mg/l
Substancias tensoactivas (azul metileno)	MBAS	mg/l
Fenoles	---	mg/l
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l
Coliformes fecales	Colonias	Col/100 ml
Materia flotante	---	ausencia

Nota: parámetros seleccionados ante la posible contaminación por aceites, desechos y descargas de aguas servidas
Elaboración: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda. 2025

Los valores obtenidos en los muestreos deberán compararse con normativa local o internacional, más restrictiva de límites de calidad de agua para protección de fauna y flora. Como un ejemplo de normativa a comparar se presenta la siguiente tabla.

No se identificó normativa de Guatemala sobre los límites permisibles para aguas superficiales, por lo que, para referencia se pone los límites fijados en el borrador de Norma Técnica Nacional para Agua, Tabla 4, elaborada por el Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua, del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica,

Panamá y República Dominicana (CAPRE) (Honduras 15/05/01); también la Norma Recurso Agua, Libro VI, Anexo 1, Tablas 3 y 6 del Acuerdo Ministerial 097, Ecuador (2015), que tienen los siguientes límite permisibles:

TABLA No. 55 LÍMITES DE REFERENCIA DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Parámetro	Expresado en	Unidad	Límite máximo permisible	
			Centroamérica (CAPRE)	Ecuador
Caudal		m ³ /s		
Temperatura	°C	---		Condiciones naturales +5°C
Potencial hidrógeno	pH	---	4,5 – 9	6,5 - 9
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l		0,3
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	3	Mayor al 60% OD de saturación y no menor a 5 mg/l
Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	µs / cm		
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO5	mg/l	15	100
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	50	250
Amoníaco	NH ₃	mg/l		0,02
Hierro	Fe	mg/l	3,0*	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,5	0,1
Bario	Ba	mg/l		1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,001	0,0002
Cadmio	Cd	mg/l	0,005	0,001
Cromo (total)	Cr	mg/l	0,05	0,05
Níquel	Ni	mg/l	0,2	0,025
Plomo	Pb	mg/l	0,1	0,01
Vanadio	V	mg/l	0,1*	10,0
Nitratos + nitritos	N	mg/l	10*	10*
Fosfatos		mg/l		
Substancias tensoactivas (azul metileno)	MBAS	mg/l		0,5
Fenoles	---	mg/l	0,001	0,001
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	0,2	0,5
Coliformes fecales	Colonias	Col/100 ml	5000*	200
Materia flotante		ausencia	Ausencia	ausencia

*Para agua de uso agrícola y pecuario

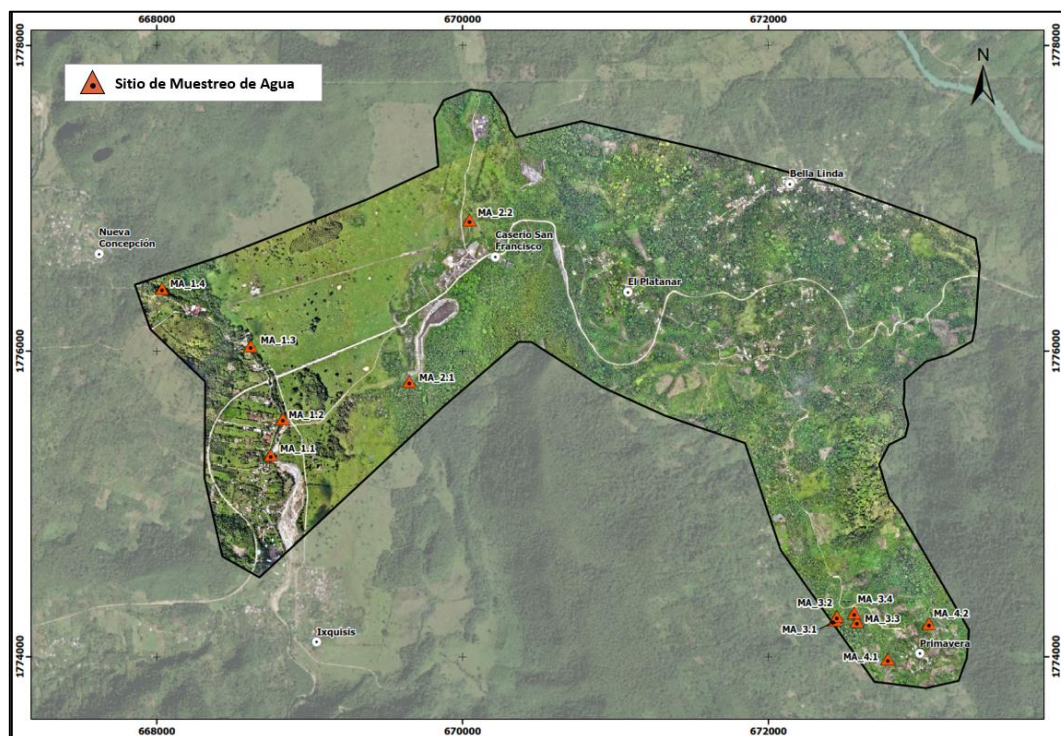
Fuente: Norma Técnica Nacional para Agua, Tabla 4, CAPRE, Honduras 15/05/01; Norma Recurso Agua, Libro VI, Anexo 1, Acuerdo Ministerial 097, Ecuador 2015

Los sitios de muestreo, siempre considerando un muestreo hacia aguas arriba de la posible fuente de contaminación mencionada por la comunidad, y otro, hacia aguas abajo, son los siguientes:

- Río Pojom: MA 1.1 aguas arriba captación, MA 1.2 aguas abajo captación, MA 1.3 aguas abajo campamento militares, MA 1.4 aguas abajo micro central.
- Río Negro: MA 2.1 aguas arriba captación, MA 2.2 aguas abajo Campamento Contratista.
- Tercer Arroyo: MA 3.1 aguas arriba captación 1, MA 3.2 aguas abajo captación 1; MA 3.3 aguas arriba captación 2, MA 3.4 aguas abajo captación 2.

- Río Varsovia: MA 4.1 aguas arriba captación, MA 4.2 aguas abajo captación.

FIGURA No. 76: SITIOS DE MUESTREO DE AGUA



Fuente: CharlieG Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Como parte del muestreo debe realizarse un recorrido por la margen del río en el tramo a muestrear identificando posibles fuentes de contaminación, con el objeto de mantener un criterio totalmente objetivo en las conclusiones.

La frecuencia de muestreo es de dos muestreos al año, uno en la época más seca (cuando el nivel de agua esté bajo) y otro monitoreo en época más húmeda o lluviosa (cuando el nivel de agua esté alto). La temporalidad es de dos años. Las muestras deben llevarse a un laboratorio calificado.

Al no existir una línea base de muestreo de aguas en estos sitios, los resultados de laboratorio deben compararse entre muestreos aguas arriba con los de aguas abajo, de existir resultados no coherentes los muestreos pueden ampliarse en temporalidad y número.

Los informes presentados de monitoreos deberán necesariamente contar con una discusión de los hallazgos y fuentes de contaminación de existir; además, incluir conclusiones sobre indicadores de afectación o beneficio a la fauna acuática. De encontrarse como resultado una afectación a fauna acuática, deberá identificarse si las fuentes de contaminación están relacionadas con las obras inconclusas GSM-GSA (donde deberá proponerse un plan de acción), o si corresponden a otras acciones o dinámicas de temporalidad del ecosistema.

12.4. MONITOREO DE CALIDAD DE SUELOS

En el campamento contratistas, se tuvo la presencia de equipos y maquinaria realizando distintas labores relacionadas a las actividades constructivas, y donde se pudo producir

derrames de combustibles o manejo de grasas y aceites. En particular, una zona donde presumiblemente podría existir contaminación por hidrocarburos, grasas y aceites, relacionados a la quema y destrucción de las maquinarias, equipos y materiales.

Lo anterior implica la necesidad de realizar el muestreo de suelos para identificar una posible contaminación por hidrocarburos. Para ello, se han seleccionado a priori, a través del análisis de la ortofoto, cuatro sitios de muestreo de suelos, los cuales deberán ser confirmados en sitio mediante una inspección visual. Los cuatro sitios de muestreo se señalan en la siguiente figura:

FIGURA No. 77: SITIOS DE MUESTREO DE SUELOS



Fuente: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda., 2025

Ante la posibilidad de contaminación por hidrocarburos y lixiviados resultados de la oxidación del hierro, los parámetros mínimos para caracterizar la calidad del suelo son los siguientes:

TABLA No. 56 PARÁMETROS A IDENTIFICAR

Parámetro	Expresado en	Unidad
Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/kg
Cadmio	Cd	mg/kg
Níquel	Ni	mg/kg
Plomo	Pb	mg/kg

Nota: parámetros seleccionados ante la posible contaminación por combustibles y grasas
Elaboración: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda. 2025

Los valores obtenidos en los muestreos deberán compararse con normativa local o internacional, más restrictiva de límites de calidad de suelos. Como un ejemplo de normativa a comparar se presenta la siguiente tabla.

No se identificó normativa de Guatemala sobre los límites permisibles para suelos, por lo que para referencia se pone los límites fijados en el borrador de Decreto Ejecutivo del Ministerio de Ambiente de Honduras, de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, "Propuesta Técnica Valores de Referencia para Sustancias Químicas en Suelo" (2015):

TABLA No. 57 LÍMITES DE REFERENCIA DE PARÁMETROS PARA IDENTIFICAR SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS

Parámetro	Expresado en	Unidad	Límite máximo permisible
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/kg	61
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C		
Antraceno		mg/kg	120
Benzo (a) Antraceno		mg/kg	2
Benzo (k) Fluoranteno		mg/kg	8
Benzo (a) Pireno		mg/kg	2
Criseno		mg/kg	61
Dibenzo (a, h) antraceno		mg/kg	2
Fenatreno		mg/kg	15
Indeno pireno (1,2,3,c,d)		mg/kg	2
Naftaleno		mg/kg	30
Acenafteno		mg/kg	220
Fluoranteno		mg/kg	200
Fluoreno		mg/kg	180
Cadmio	Cd	mg/kg	37
Níquel	Ni	mg/kg	70
Plomo	Pb	mg/kg	180

Fuente: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Ministerio del Ambiente de Honduras. Propuesta Técnica Valores de Referencia para Sustancias Químicas en Suelo", Borrador Decreto Ejecutivo. 2015

Para los suelos, debido a que el proyecto se encuentra paralizado y por tanto ya no hay manejo de combustibles y grasas, se tomará solamente una vez, las muestras de suelos y se las llevará a laboratorio calificado, para verificar la existencia, o no de contaminación por hidrocarburos. De encontrarse contaminación se definirán las acciones de remediación y disposición final.

12.5. MONITOREO DEL PLAN DE TRABAJO Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Los acciones o medidas técnicas planteadas están enfocadas en la mitigación de los riesgos físicos por la presencia de las obras de los proyectos hidroeléctricos GSM y GSA, así como la aplicación de medidas de restauración ecológica.

El monitoreo de cumplimiento de estas medidas técnicas se enfoca en la revisión de la documentación justificativa que las medidas fueron efectivamente aplicadas y están funcionando adecuadamente. En caso de requerirse una inspección técnica, ésta se la realizará cuando la ejecución de las medidas haya sido completada.

Las medidas técnico ambientales a ser monitoreadas se presentan en TABLA No. 58 :

12.6. ANÁLISIS E INFORMACIÓN DEL MONITOREO

Los informes de avance de las acciones propuestas deben describir las acciones emprendidas, la cronología de las acciones, los resultados obtenidos, identificación de problemas encontrados, identificación de nuevos riesgos en conjunto con las posibles soluciones a aplicar.

Incluye inspecciones periódicas en todas las infraestructuras evaluadas con el objeto de revisar las obras ejecutadas, la evaluación de su desempeño frente críticos (hidrológicos, climatológicos) e identificación oportuna de posibles fallas de funcionamiento o estructurales.

Entonces, el monitoreo consiste en el análisis de las metodologías aplicadas, los esfuerzos realizados y el cumplimiento de la mitigación de los riesgos.

TABLA No. 58 PLAN DE MONITOREO, INDICADORES PROPUESTOS.

PLAN DE MONITOREO					
No.	MEDIDAS	COMPONENTE	FRECUENCIA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
1	Restauración morfología río Pojom	Restauración Ecológica	Trimestral	% de avance de trabajos ejecutados/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
2	Taponamiento captación GSM	Restauración Ecológica	Trimestral	% de avance de trabajos ejecutados/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
3	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico)	Restauración Ecológica	Trimestral el primer año Anual después	No. de hectáreas con cobertura vegetal mayor 80%/No. de hectáreas con suelo orgánico colocado	Cuantificación de áreas donde se ha colocado suelo orgánico y aplicado fertilización Cuantificación de avance de regeneración natural en áreas sin cobertura
4	Regeneración natural	Restauración Ecológica	Anual	No. de hectáreas con cobertura vegetal mayor 80% /No. de hectáreas donde se espera regeneración natural	Cuantificación de avance de regeneración natural en áreas sin cobertura
5	Alcantarillas vasos comunicantes	Restauración Ecológica	Trimestral	% de avance de trabajos ejecutados/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
6	Retiro de material granular	Restauración Ecológica	Trimestral	% de avance de trabajos ejecutados/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
7	Retiro de maquinaria y materiales quemados	Restauración Ecológica	Anual	% de maquinaria y material retirado	Registro fotográfico
8	Demolición de construcciones en mal estado	Restauración Ecológica	Anual	% de edificaciones demolidas	Registro fotográfico
9	Taponamiento de bases de torres	Gestión de Riegos	Trimestral	Número de bases de torres taponadas/Número de bases de torres expuestas	Registro fotográfico
10	Regeneración natural (Colocación de suelo orgánico + Revegetación asistida)	Restauración Ecológica	Trimestral el primer año Anual después	No. de hectáreas con cobertura vegetal mayor 80%/No. de hectáreas con suelo orgánico colocado y revegetación asistida aplicada	Cuantificación de áreas donde se ha colocado suelo orgánico y revegetado Cuantificación de avance de cobertura vegetal sembrada
11	Reconformación margen del río Negro alrededor azul	Restauración Ecológica	Trimestral	% de avance de trabajos/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
12	Tapón túnel entrada	Gestión de Riegos	Trimestral	% de avance de trabajos/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance

PLAN DE MONITOREO					
No.	MEDIDAS	COMPONENTE	FRECUENCIA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
13	Tapón túnel salida	Gestión de Riegos	Trimestral	% de avance de trabajos/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
14	Barrera viva de protección	Gestión de Riegos Restauración Ecológica	Mensual primer año Trimestral segundo y tercer año Anual después	Barrera provisional colocada No. de árboles sembrados, sanos y robustos, altura mayor a 1,5m/No. de árboles planificados	Informe de construcción de barrera provisional Registro de siembra y mantenimiento de árboles
15	Barreras en zanjas	Gestión de Riegos	Trimestral	% de avance de trabajos ejecutados/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
16	Relleno de estancamiento de agua	Gestión de Riegos Restauración Ecológica	Trimestral	% de área rellenada	Informes de avance
17	Cuneta y alcantarilla para desvió de escorrentía	Gestión de Riegos	Trimestral	% de avance de trabajos/% de trabajos programados	Cronograma de planificación Informes de avance
18	Retiro de tubería metálica, cauce río la Primavera	Gestión de Riegos	Trimestral	Tubos retirados	Registro fotográfico
19	Taponamiento tubería de acero	Gestión de Riegos	Trimestral	No. de tubos taponados/No. de tubos que se requieren taponar	Registro fotográfico
20	Cerramiento	Gestión de Riegos	Trimestral	% de avance de trabajos/% de trabajos programados	Informes de avance
21	Señalización de precaución y prohibido el ingreso	Gestión de Riegos	Trimestral	No. señales instaladas/No. de áreas que requieren señalización	Registro fotográfico
22	Barrera de seguridad vial	Gestión de Riegos	Trimestral	Barrera de seguridad vial instalada	Registro fotográfico
23	Taponamiento tubería GRP	Gestión de Riegos	Trimestral	No. de tubos taponados/No. de tubos que se requieren taponar	Registro fotográfico
24	Corte de hierros sobresalidos	Gestión de Riegos	Anual	No. de estructuras donde se han cortado hierros/No. de estructuras con hierros sobresalidos	Registro fotográfico
25	Retiro de estructuras en piso de la L/T	Restauración Ecológica	Anual	No. de estructuras de L/T en piso retiradas/No. de estructuras de LT en piso	Registro fotográfico
26	Retiro de tubería de acero no instalada	Restauración Ecológica	Anual	Tuberías de acero retiradas	Registro fotográfico

PLAN DE MONITOREO					
No .	MEDIDAS	COMPONENTE	FRECUENCIA	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
27	Monitoreo de la calidad de agua en ríos	Monitoreo	Semestral	No. de muestreos ejecutados/No. muestreos planificados	Informe de resultados de laboratorio Informe con discusión de hallazgos y fuentes de contaminación. Si la contaminación corresponde al proyecto GSM GSA, presentar plan de acción
28	Monitoreo de calidad de suelos	Monitoreo	Una vez	No. de muestreos ejecutados/No. muestreos planificados	Informe de resultados de laboratorio Informe con discusión de hallazgos y fuentes de contaminación. Si la contaminación corresponde al proyecto GSM GSA definir acciones de remediación y disposición final
29	Inspecciones periódicas a las infraestructuras	Monitoreo	Semestral	No. de inspecciones realizadas/No. de inspecciones programadas	Informe de hallazgos Retroalimentación y propuesta de acciones
30	Comunicación e Información	Monitoreo	Semestral	No. de procesos de comunicación realizados/ No. de procesos de comunicación planificados	Registros, minutas de acuerdos, otros

Elaboración: Charlieg Ingeniería y Remediación Cía. Ltda. 2025