

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	1 / 168

DESCRIPCION DE LAS REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION DE LA MODIFICACION	OBSERVACIONES
00	FEBRERO 2012	Primera versión para entrega al MADS	

Elaborador por:

Ambiotec LTDA

Revisado por:

RP Ambiental- Pedro Lamprea
Enc. SGC -Angélica Quiroga

Aprobado Por:

Gerente Socioambiental – Hernando Medellín



Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	2 / 168	

TABLA DE CONTENIDO

5.	EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	6
5.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	6
5.2	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	11
5.3	ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS.....	58
5.3.1	Metodología del Análisis Económico de Impactos.	60
5.3.2	Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.	67
5.3.3	Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.....	111
5.3.4	Valoración Monetaria de Impactos Relevantes.	120
5.3.5	Flujos de costos y beneficios, cálculo de indicadores de rentabilidad social. 154	
5.3.6	Conclusiones y recomendaciones.....	158

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	3 / 168	

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales	8
Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia	9
Tabla 5-3 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia	11
Tabla 5-4 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de material particulado.....	12
Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases	14
Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido	16
Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo	18
Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	22
Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos.....	24
Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua	26
Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Modificación del paisaje, incremento en la fragmentación de coberturas.....	28
Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre..	31
Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la fauna Acuática.....	34
Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la fauna terrestre	36
Tabla 5-15 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios.....	39
Tabla 5-16 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad.....	41
Tabla 5-17 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios.....	43
Tabla 5-18 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios	45
Tabla 5-19 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector	47
Tabla 5-20 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos	48
Tabla 5-21 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidentes	49
Tabla 5-22 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud	50
Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población	52
Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad	53
Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas.....	55
Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales	56
Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio.....	57
Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico.....	58
Tabla 5-29 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.....	63
Tabla 5-30 Actividades definidas del EIA	74

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	4 / 168


Tabla 5-31 Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios.....	75
Tabla 5-32 Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.....	78
Tabla 5-33 Criterios y variables de entrada.....	79
Tabla 5-34 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.....	82
Tabla 5-35: Función de conversión, modelo VET.....	86
Tabla 5-36 Función de conversión, modelo Metodología.....	87
Tabla 5-37 Reglas de inferencia del modelo AE.....	87
Tabla 5-38: Reglas de inferencia del modelo SIG.....	88
Tabla 5-39: Reglas del modelo de Relevancia Agregada.....	91
Tabla 5-40: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de AE.....	93
Tabla 5-41 Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.....	94
Tabla 5-42: Valores de entrada de las variables del modelo SIG.....	96
Tabla 5-43: Resultados de implementación de modelos.....	102
Tabla 5-44: Impactos relevantes para valoración.....	103
Tabla 5-45. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas).....	104
Tabla 5-46. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas).....	105
Tabla 5-47: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.....	105
Tabla 5-48. Movimiento de Pasajeros.....	106
Tabla 5-49. Conteo Manual en Carreteras.....	107
Tabla 5-50. Conteo Vivienda, Hogares y Personas.....	108
Tabla 5-51. Establecimientos por Actividad Económica.....	108
Tabla 5-52. Establecimientos según escala de personal por actividad económica.....	109
Tabla 5-53. Producción Pecuaria Evaluada para el año 2004.....	111
Tabla 5-54. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.....	111
Tabla 5-55. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.....	120
Tabla 5-56 Hogares y personas expuestas (2012).....	123
Tabla 5-57 Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2012).....	124
Tabla 5-58. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.....	127
Tabla 5-59. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.....	128
Tabla 5-60: Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.....	131
Tabla 5-61 Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.....	133
Tabla 5-62. Beneficios por aumento del precio de la vivienda.....	134
Tabla 5-63. Datos de accidentalidad, muertes y heridos.....	135
Tabla 5-64. Costos promedio de evento de accidente.....	136
Tabla 5-65 Resultados de la estimación del modelo de accidentalidad vs viajes.....	137
Tabla 5-66. Beneficios por la generación de empleo.....	140
Tabla 5-67. Impuestos pagados por el proyecto.....	140
Tabla 5-68: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.....	141
Tabla 5-69. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación ..	142
Tabla 5-70. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.....	143

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	5 / 168

Tabla 5-71. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.	144
Tabla 5-72. Fuentes hídricas.	144
Tabla 5-73. Demanda de agua durante la construcción.	144
Tabla 5-74. Tasas por uso de agua.	144
Tabla 5-75. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.	146
Tabla 5-76. Valor de los servicios ambientales de los bosques	146
Tabla 5-77. Costos por servicios ambientales del bosque	147
Tabla 5-78. Costos por servicios ambientales del bosque	147
Tabla 5.3.5-79 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.	149
Tabla 5-80. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.	152
Tabla 5-81. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.	153
Tabla 5-82. Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.	154
Tabla 5-83. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.	155
Tabla 5-84. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.	157

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 <p>CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.</p> <p>Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2</p>
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	6 / 168	

5. EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de impactos ambientales a partir de la caracterización del área de influencia, para dos escenarios a saber: Con y sin proyecto, con el fin de precisar los impactos atribuibles al proyecto.

A continuación se presenta la metodología de evaluación e identificación de impactos a implementar, para la construcción de la variante por el casco urbano de Aguachica.

5.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES


En este capítulo se identifican y califican los impactos que se pueden generar con las diversas actividades, sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico de la zona, en donde los impactos de mayor incidencia tendrán lugar durante la construcción de la vía, y la oferta ambiental que a la fecha se puede encontrar es producto de procesos sucesionales y de recuperación natural. Igualmente ocurre a nivel socioeconómico y cultural, debido a los procesos de colonización y poblamiento que han tenido lugar en torno a la vía, por lo cual la metodología para identificar los impactos socioeconómicos en la población residente y en las actividades económicas, está orientada a conocer los principales cambios que se suscitan en las unidades sociales por la venta involuntaria del predio. La adquisición de los predios para el desarrollo del proyecto corresponde a la venta involuntaria de estos predios, siendo esta la única causa que genera una lista de impactos con valores diferenciales de acuerdo al tipo de tenencia y al uso que tienen las unidades sociales sobre el predio.

Antes de iniciar la identificación y evaluación de impactos ambientales generados por el proyecto, se mencionan las características de los componentes ambientales teniendo en cuenta las actividades que actualmente se desarrollan en la zona de estudio, es decir con el escenario sin proyecto.

La metodología utilizada busca medir la magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados por las actividades de las obras proyectadas, con el fin de determinar las prioridades de acción. Para su aplicación fue necesario delimitar y describir una línea base, determinar las áreas de influencia del proyecto, obtener información secundaria en los aspectos sociales, económicos y ambientales, efectuar recorridos en el área de intervención, sistematizar información recolectada y evaluar el grado de afectación sobre los distintos componentes intervenidos.

La identificación y evaluación de impactos fue realizada por un grupo interdisciplinario de profesionales, con experiencia en proyectos de infraestructura vial.

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó la evaluación propuesta por Leopold donde se trabaja con dos variables: en el eje de la "X" las actividades constructivas de la vía y en el eje de la "Y" los impactos que se pueden generar en cada

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	7 / 168	

uno de los componentes físico, biótico y socioeconómico. Para ello el consultor, efectuó la identificación de las actividades, componentes y elementos ambientales a impactar con las obras del proyecto como se puede detallar en la Matriz de identificación de impactos ambientales sin proyecto y la Matriz de identificación de impactos ambientales con proyecto que se presentan en el Anexo 11.

Para la calificación de impactos se tomó la metodología desarrollada por Jorge Alonso Arboleda, descrita en el manual de evaluación ambiental de impactos ambientales de Colombia, MEIACOL, (Ministerio de Ambiente, 1998), donde se define el uso de un índice denominado “Calificación ambiental (Ca)” en donde para su determinación se evalúan cinco (5) atributos característicos de cada impacto de acuerdo con lo que propone el autor. Estos cinco atributos son: Clase, presencia, duración, evolución y magnitud, definidos así:

CLASE (C): Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (+) si mejora el ambiente o negativo (-) si lo degrada de manera inmediata o a futuro.

PRESENCIA (P): este criterio califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, expresado en un porcentaje de probabilidad de ocurrencia.

DURACIÓN (D): Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto.


EVOLUCIÓN (E): Evaluará la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o se inicia hasta que se presente plenamente con todas sus consecuencias. Se califica acorde con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable de tiempo, y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presente el impacto.

MAGNITUD (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (porcentaje) que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto, este parámetro puede ser obtenido mediante la comparación del valor del elemento ambiental afectado con o sin proyecto ò analizado las condiciones de calidad ambiental calificando la calidad ambiental actual de los diferentes elementos ambientales y estimando su afectación por el proyecto.

CALIFICACIÓN AMBIENTAL

Esta permite obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios, ponderados a través de dos constantes (a y b) que le dan equilibrio a los pesos relativos, cuya suma debe ser igual a 10. Siguiendo la presente ecuación:

$$Ca = C (P (a *E* M + b* D))$$

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	8 / 168	

Dónde:

- Ca: Calificación ambiental (varía entre 0.1 y 10.0)
- C: Clase, expresado por signo + ó -, según el tipo de impacto
- P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)
- E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)
- M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)
- D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)
- a: 7.0
- b: 3.0

Según las calificaciones asignadas a cada parámetro de evaluación, el valor absoluto de Ca será mayor que cero (0) y menor o igual a 10. Este valor numérico se convierte en una expresión que indica la importancia relativa del impacto en muy alta, alta, media, baja y muy baja, según la asignación de rangos.

En la Tabla 5-1 se observan los rangos y criterios para la evaluación de impactos ambientales, aplicados con éxito en proyectos de generación termoeléctrica, hidroeléctricas, redes eléctricas, construcción de carreteras, implementación de cultivos, entre otros.

Posteriormente, se procede a calificar los impactos identificados para cada componente ambiental (abiótico, biótico y socioeconómico) con los parámetros antes descritos, lo cual permite obtener la calificación ponderada para el impacto ambiental considerado. Esta última se obtiene mediante el promedio de las calificaciones asignadas a cada actividad.

Por lo anterior, la metodología de evaluación, ajustada a criterio del grupo consultor puede considerarse Ad-hoc.

Con base en esta calificación y en la priorización de impactos que se describe a continuación se pueden determinar cuáles serán las medidas a proponer en el plan de manejo ambiental a ejecutar y cuáles son las de mayor importancia dentro de la obra.

Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
CLASE	Positivo	+
	Negativo	-
PRESENCIA	Cierta	1.0
	Muy probable	0.7
	Probable	0.3
	Poco Probable	0.1
	No probable	0.0
DURACION	Muy larga > 10 años	1.0

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	9 / 168

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
	Larga > 7 años	$0,7 < D < 1,0$
	Media > 4 años	$0,4 < D \leq 0,7$
	Corta > 1 año	$0,1 < D \leq 0,4$
	Muy corta < 1 año	$0,0 < D \leq 0,1$
EVOLUCIÓN	Muy rápida < 1 mes	$0,8 < E \leq 1,0$
	Rápida < 12 meses	$0,6 < E \leq 0,8$
	Media < 18 meses	$0,4 < E \leq 0,6$
	Lenta < 24 meses	$0,2 < E \leq 0,4$
	Muy lenta > 24 meses	$0,0 < E \leq 0,2$
MAGNITUD	Muy alta: M > del 80%	$0,8 < M \leq 1,0$
	Alta: M entre 60 y 80%	$0,6 < M \leq 0,8$
	Media: M entre 40 y 60%	$0,4 < M \leq 0,6$
	Baja: M entre 20 y 40%	$0,2 < M \leq 0,4$
	Muy baja: M < del 20%	$0,0 < M \leq 0,2$
IMPORTANCIA AMBIENTAL	Ca entre 8.0 y 10.0	Muy alta
	Ca entre 6.0 y 8.0	Alta
	Ca entre 4.0 y 6.0	Media
	Ca entre 2.0 y 4.0	Baja
	Ca entre 0.0 y 2.0	Muy baja
CONSTANTES DE PONDERACIÓN		a= 7.0
		b= 3.0


Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente, 1998

Para cada actividad desarrollada en la etapa de preconstrucción, construcción y operación, se evaluaron y calificaron los impactos ambientales existentes o que pueden llegar a generarse, con el fin de resaltar los impactos de mayor importancia (Tabla 5-2) y sobre este criterio generar las medidas de manejo ambiental y de gestión social que, deberán ser desarrolladas e implementadas en el plan de manejo ambiental.

Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia

Calificación	Rango*
Muy Alta	Ca entre -8.0 y -10.0
Alta	Ca entre -6.0 y -8.0
Media	Ca entre -4.0 y -6.0
Baja	Ca entre -2.0 y -4.0
Muy Baja	Ca entre -0.0 y -2.0

Fuente: Ministerio de Ambiente, 1998

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 <p>CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2</p>
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	10 / 168	

*Estos rangos están definidos para los impactos de clase negativa, teniendo en cuenta que los impactos de clase positiva tienen una clave cromática diferente

Los impactos positivos identificados y calificados tienen una clave cromática que se puede identificar como se presenta a continuación:


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	11 / 168	

Tabla 5-3 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia

Clase de impacto	Rango
Positivo	Ca entre 0.0 y 10.0
Alta	Ca entre 6.0 y 8.0
Media	Ca entre 4.0 y 6.0
Baja	Ca entre 2.0 y 4.0
Muy Baja	Ca entre 0.0 y 2.0

5.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES


Una vez establecidos los componentes y elementos ambientales para cada uno de los escenarios (sin proyecto y con proyecto), se procedió a realizar la respectiva calificación de los impactos ambientales identificados, siguiendo la metodología de Arboleda.

Las matrices de evaluación de impactos ambientales sin proyecto y con proyecto se presentan en el Anexo 11

A continuación se relaciona la interpretación de los resultados alcanzados por la valoración cruzada de las actividades constructivas proyectadas, frente a los elementos identificados como de posible afectación. Se presenta un análisis de la situación actual (sin proyecto) y futura (con proyecto), para cada uno de los componentes ambientales afectados y los impactos ambientales identificados, por medio de fichas, que contienen la siguiente información.

- Identificación del Impacto
- Actividades que generan el impacto
- Manera cómo impacta el ambiente
- Lugar en donde se presenta el impacto.
- Valoración relativa del impacto
- Comparación de resultados.

En el análisis presentado de la situación futura (Con proyecto) se presentan los resultados obtenidos de la calificación realizada para la etapa de preconstrucción, construcción y operación y mantenimiento de la variante.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	12 / 168
				Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

- **Componente Abiótico**

Tabla 5-4 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de material particulado

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisiones de material particulado)	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>El flujo continuo de vehículos por la vía existente y eventualmente algunas de las actividades agropecuarias que se desarrollan en el corredor de la variante.</p>	<p>Actividades de construcción de la variante Aguachica asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura, el descapote y remoción de la cobertura vegetal, el transporte y disposición de materiales, las excavaciones y cortes, los movimientos de tierras, la construcción de obras de arte, la producción colocación y transporte de concreto hidráulico, el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la empradización, y la limpieza y entrega final.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes), y la preparación de concretos.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de material particulado son la operación normal (tránsito en la vía), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento y, tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El flujo constante de vehículos de carga pesada genera emisiones de material particulado como consecuencia de la combustión de combustible, el polvo acumulado en la vía y por la existencia de parqueaderos de tractomulas sin pavimentar localizados a ambos costados de la vía existente, especialmente en los Chivos.</p> <p>Las actividades agrícolas generan emisiones de material particulado por acción del viento, al momento de la preparación de los terrenos para iniciar la siembra.</p>	<p>Durante la etapa de construcción de la variante y obras de drenaje, se altera la calidad del aire por la generación de material particulado especialmente por la manipulación de los materiales granulares y demás materiales de construcción.</p> <p>Igualmente por el uso de equipos y maquinaria tanto por su movilización por vías no pavimentadas como por la combustión de los vehículos involucrados en las diferentes actividades de la construcción y operación de la</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	13 / 168

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisiones de material particulado)	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
Las actividades pecuarias aportan material particulado como consecuencia del desplazamiento del ganado y el arrastre de material de suelo desprovisto de cobertura vegetal (pastos).	vía. Durante la operación de la vía, el tráfico de vehículos que se movilizan por la vía son fuente de material particulado.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En el casco urbano y en el alto del Chivo a ambos costados de la vía y en el corredor de la variante.	A lo largo del corredor vial, en su área de influencia y de manera especial en los sitios que se han establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, los centros de acopio (Material y escombros) y ZODME.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -0.5</i> Impacto ambiental de muy baja importancia	<i>Calificación ambiental (CA) -2.8</i> Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es de muy baja importancia teniendo en cuenta que las emisiones de material particulado no son significativas, y que la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante por el costado derecho del casco urbano de Aguachica, actualmente tiene un carácter rural, donde las actividades que se desarrollan en la zona no generan un impacto significativo que represente un riesgo para la salud humana.</p> <p>Para la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor para este impacto teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades de construcción y operación descritas anteriormente hacen que el impacto tenga una mayor magnitud considerando que la emisión de material particulado será considerablemente mayor a la de las condiciones actuales, lo cual genera unas modificaciones más representativas de las condiciones atmosféricas de la zona; sin embargo esta situación no tiene una importancia relevante considerando que no representa un riesgo para la salud de la población cercana a la vía. Sin embargo, se hace necesario que para mitigar el impacto de la afectación de la calidad del aire por emisión de material particulado generado por la construcción de la vía, se implementen las medidas de manejo necesarias para no causar daños en la calidad de vida de la población, esto teniendo en cuenta que en la etapa de operación las concentraciones de material particulado disminuirán en la zona del casco urbano por disminución de flujo de vehículos de carga pesada por la actual vía, ya que éstos harán uso en su mayoría de la variante.</p>	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	14 / 168
				Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>El flujo continuo de vehículos, y eventualmente algunas actividades agropecuarias que se desarrollan en el área de influencia.</p>	<p>Actividad de construcción la variante de Aguachica asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura, el descapote y remoción de la cobertura vegetal, el transporte y disposición de materiales, excavaciones y cortes, los movimientos de tierras, la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición de material estéril (ZODME), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles de derecho de vía, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical, y la limpieza y entrega final.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes), y la preparación de concretos.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de gases son la operación normal (tránsito en la vía), el mantenimiento de obras de arte, el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El flujo continuo de tractomulas y camiones genera emisiones de gases como consecuencia de la combustión de combustible y el polvo acumulado en la vía.</p> <p>La actividad pecuaria genera emisiones de gases producto de los procesos metabólicos de las reses; sin embargo estos aportes no son significativos teniendo en cuenta el carácter extensivo de la actividad.</p>	<p>Durante la etapa de construcción, se altera la calidad del aire por la emisión de gases a la atmósfera por el uso de vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía y obras de drenaje.</p> <p>Este impacto también se presenta durante la etapa de operación como consecuencia del tránsito de vehículos por la vía. De la misma forma algunas actividades de mantenimiento de la vía como la recuperación vial y la construcción, recuperación y refuerzo de la capa de rodadura pueden generar emisiones de gases por los equipos y maquinaria empleada para llevar a cabo las diferentes labores</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	15 / 168

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	que ellas involucran.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En el casco urbano y en los Chivos, a ambos costados de la vía y en el corredor de la variante.	A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia y de manera especial en los sitios que se han establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, centros de acopio (Material y escombros), y ZODME.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -0.9 Impacto ambiental de muy baja importancia	Calificación ambiental (CA) -2.3 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es irrelevante teniendo en cuenta que sobre la variante la actividad antrópica está representada por el tráfico vehicular que se desarrolla en la vía, el cual no genera un impacto significativo considerando que las emisiones de gases generadas no representan un riesgo para la salud de la población del casco urbano de Aguachica asentada al costado de la vía actual. De la misma forma la actividad pecuaria genera emisiones de gases, los cuales no tienen una incidencia significativa considerando el carácter extensivo de la actividad.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la utilización de maquinaria, equipos y vehículos que hacen importantes aportes de emisiones de gases, más la magnitud de afectación de éstas es de baja a media, lo cual no genera cambio significativos en la calidad del aire en general. De la misma forma dichas emisiones no representan una amenaza para la salud humana de la población de Aguachica, las cuales disminuirán en la etapa de operación debido a que los vehículos de carga pesada se movilizarán en su mayoría por la variante, por una zona alejada del casco urbano.</p> <p>La baja importancia que arroja la calificación de este impacto para la etapa con proyecto se debe también a que la duración o periodo de existencia activa del impacto es corta en donde los efectos nocivos ocasionados tras la generación de gases deben ser monitoreados de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo ambiental.</p>	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	16 / 168

Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido

AIRE Alteración de los niveles de ruido	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>El flujo vehicular sobre la vía existente y eventuales construcciones rurales para uso residencial y comercial.</p>	<p>Durante la etapa de preconstrucción de la variante de Aguachica se puede generar emisiones de ruido durante la información a la comunidad si se emplean medios de información y/o convocatoria como el perifoneo.</p> <p>La actividad de construcción de la variante asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, y la limpieza y entrega final.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes), y la preparación de concretos.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones por la emisión de ruido son la operación normal (tránsito en la vía), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Generación de ruido por tráfico de vehículos en la vía actual y el transporte que se moviliza en este sector del corredor de la vía.</p> <p>De acuerdo a los resultados obtenidos en la medición de ruido en los puntos monitoreados en Aguachica, se estableció que los niveles de ruido ambiental en horario diurno no superan el valor permisible por la normatividad ambiental vigente.</p>	<p>Durante la etapa de construcción, se alteran los niveles de ruido de la zona por el funcionamiento de vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía, obras de drenaje y la disposición de material estéril en la ZODME. De la misma forma las aglomeraciones de personal en los frentes de obra y el desarrollo de las actividades diarias hacen que se incremente el ruido de la zona.</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	17 / 168

AIRE Alteración de los niveles de ruido	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<p>Las mediciones de ruido ambiental en horario nocturno en uno de los puntos de monitoreo, superaron el límite máximo del nivel de ruido permitido por la normatividad. El valor medido de ruido en este punto no es muy lejano al permitido en la normatividad, sin embargo considerando que el límite permisible es más restrictivo para horario nocturno, este aumento en la medición corresponde al tráfico vehicular que transita por la vía en la noche incluso con un incremento en el flujo de los vehículos de carga pesada.</p>	<p>Este impacto también se presenta durante la etapa de operación como consecuencia del tránsito de vehículos por la vía. De la misma forma algunas actividades de mantenimiento de la vía como la recuperación vial y la construcción, recuperación y refuerzo de la capa de rodadura pueden generar ruido por el funcionamiento de los equipos y la maquinaria empleada para llevar a cabo las diferentes labores que ellas involucran.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En la vía actual en donde se desarrolla el tráfico vehicular.</p>	<p>A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia y de manera especial en los sitios que se han establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, centros de acopio (Material y escombros) y sitio ZODME.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) -2,6 Impacto ambiental de baja importancia</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -2,9 Impacto ambiental de baja importancia</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto en la variante es de baja importancia teniendo en cuenta que los niveles de ruido no son significativas en el corredor de la variante, y que la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante actualmente tiene un carácter fundamentalmente agropecuario en donde las actividades que actualmente se desarrollan no generan un impacto que represente un riesgo para la salud humana.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad baja, teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la utilización de maquinaria, equipos y vehículos, así como el grupo de trabajadores que adelantan las labores constructivas, los cuales generan ruido que perturba las condiciones bajo las cuales se desarrollan actualmente las actividades de la zona a medida que el frente de obra desarrolla los trabajos, sin embargo estas actividades en su mayoría se realizarán en horarios diurnos (con excepción de la ocurrencia de alguna contingencia). Debe considerarse que este impacto puede tener una mayor magnitud teniendo en cuenta que por la vía actual ya hay una representativa alteración de las condiciones de la zona por el tráfico vehicular.</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		18 / 168

Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo

SUELO Cambio de uso del suelo	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
La construcción de viviendas para uso residencial y comercial y las actividades agropecuarias han generado cambios de uso del suelo.	La actividades de construcción de la variante asociadas con la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), y la disposición de material sobrante de excavación en sitios de disposición (ZODME).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias generan rotación de áreas productivas y presión sobre las áreas con cobertura vegetal para establecer zonas que generan un beneficio económico a corto plazo, sin visualizar el detrimento ambiental y/o la destrucción del recurso suelo, al exponerlo a prácticas que exceden su capacidad agrológica o al no cumplir con las medidas de protección necesarias para su conservación.</p> <p>Las zonas que fueron empleadas con fines productivos y que se encuentran abandonadas sin ninguna acción de restauración o conservación, en las cuales por lo general solo se desarrollan pastos, ocasionan una subutilización de tierras en las cuales podrían desarrollarse actividades agropecuarias o comerciales sostenibles que proporcionen un beneficio económico y social a la población.</p> <p>El cambio de uso del suelo, ocasionado por la tendencia al desarrollo de Aguachica en donde se desarrollan actividades comerciales en búsqueda de una entrada económica de los habitantes tradicionales del lugar, genera la aparición de locaciones a borde de vía, cerramientos o cambios del paisaje tradicional para el establecimiento de equipamientos.</p>	<p>La construcción de la nueva calzada genera el cambio de uso de suelo de toda el área en donde se plantea el desarrollo del proyecto vial, en donde se perderán en el contexto local áreas de mediana capacidad productiva, además se deberán relocalizar construcciones de uso habitacional, así como ejecutar las medidas de manejo a las redes de servicios interceptados por el proyecto lineal.</p> <p>Debido a la actividad de descapote y remoción de cobertura vegetal en donde se realizarán las talas necesarias se alterará el uso de protección del suelo brindado por coberturas arbóreas y otras, las cuales deben compensarse como se plantea en el plan de manejo ambiental.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la vía en donde se desarrolla el tráfico vehicular en el corredor vial existente.	A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -2.1 Impacto ambiental de baja importancia	Calificación ambiental (CA) -2,7 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades antrópicas y agropecuarias han generado el cambio de uso del suelo de intensidad no muy representativa teniendo en	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	19 / 168

SUELO

Cambio de uso del suelo

Situación Actual (Sin proyecto)

cuenta el carácter extensivo y disperso de su desarrollo.

En la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la reubicación de población en donde se cambiará el carácter de suelos con aptitud agropecuaria a suelo para el desarrollo de infraestructura que soporte las necesidades del tráfico vehicular que circulará por la variante. Esta misma situación se presenta para el manejo de redes de servicios que serán interceptados.

En el análisis de la matriz se destaca que el impacto derivado en la etapa de construcción de la variante Aguachica es admisible en su totalidad con medidas de mitigación y compensación.

Situación futura (Con proyecto)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	20 / 168

SUELO Generación de inestabilidad	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Se puede generar inestabilidad en aquellas zonas sin uso por las cuales pasa la variante, con pendientes suaves a moderadas, en las cuales se desarrolla algún tipo de vegetación arbustiva, dispersa, rastros alto y bajo, las cuales no permiten su uso para actividades agropecuarias debido a las malas condiciones edafológicas que presentan.</p>	<p>Las actividades de construcción de la variante asociada con la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones y cortes, la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), y el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación).</p> <p>En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes).</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>En las zonas que se encuentran sin uso, en pendientes suaves a moderadas y que tienen malas condiciones edafológicas generadas por el desarrollo previo de actividades agropecuarias en donde por el pisoteo y la labranza del suelo se ha alterado la estructura de los suelos, haciendo que estos tengan una alta propensión a la erosión y desprendimiento en masa.</p> <p>Esta condición también está dada por la falta de cobertura vegetal en muchas de estas zonas o la potrerización, lo cual genera un empobrecimiento de los suelos y en áreas en donde se encuentran muy expuestos, hace que se pierda la estructura de los mismos por acción del viento y el agua, ocasionando daños que conllevan a la pérdida del recurso, y por consiguiente a generación de eventos de remoción en masa por la falta de cohesión del suelo.</p>	<p>La construcción de la variante genera en las zonas donde se conforman taludes por actividades de excavación o disposición de materiales sobrantes de excavación, y en general todos los puntos donde se ejecuten labores que impliquen cortes del terreno se generan desestabilización del talud, disgregación del suelo y el manto rocoso generando zonas pendientes con derrumbes y/o caída de rocas y la presencia de taludes no conformados.</p> <p>De la misma forma con el descapote y remoción de la cobertura vegetal se puede propiciar la inestabilidad de taludes que se encuentren expuestos a la acción del viento y el agua.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En la vía, en zonas con desarrollo productivo inadecuado.</p>	<p>En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la variante, sitios, ZODME, obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) -0.7 Impacto ambiental de muy baja importancia</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -2.4 Impacto ambiental de baja importancia</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es irrelevante teniendo en cuenta que las zonas que se encuentran sin uso están en un terreno plano en donde la intensidad del impacto es muy moderado.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	21 / 168

SUELO

Generación de inestabilidad

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la conformación de taludes los cuales deben desarrollarse bajo buenas prácticas constructivas (terraceo de taludes) y la construcción de las obras de estabilización geotécnica para la protección de los taludes y/o banca mediante prácticas de empradización, obras de drenaje y subdrenaje, construcción de estructuras de retención y zanjas de coronación.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	22 / 168	

Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo

SUELO	
Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Las actividades que potencialmente pueden generar alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, son las actividades agropecuarias y antrópicas.</p>	<p>Las actividades de pre-construcción del proyecto que pueden ocasionar cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo son el replanteamiento topográfico y la señalización y demarcación de seguridad vial.</p> <p>La actividad de construcción de la variante vial asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la empradización, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical, y la limpieza y entrega final.</p> <p>En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes), y la preparación de concretos.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto las actividades que pueden generar este impacto son la operación normal (tránsito en la vía), el mantenimiento de obras de arte, el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Las actividades antrópicas y agrícolas generan contaminación del suelo al realizar el aporte de sustancias y residuos provenientes de estas actividades productivas. Los lixiviados provenientes</p>	<p>Durante la etapa de pre-construcción existe la susceptibilidad de generar residuos sólidos que pueden ocasionar la contaminación de los suelos en donde se dispongan éstos haciendo que se</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	23 / 168

SUELO	
Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>de la descomposición de residuos sólidos domésticos, desechos humanos, y el excesivo uso de pesticidas y abonos que contaminan el suelo variando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, lo cual altera su capacidad productiva.</p> <p>El desarrollo de la actividad pecuaria genera cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo debido a los aportes de materia fecal generada por el ganado, así como por el impacto físico que tiene el pisoteo de las reses en el suelo que genera pérdida de su estructura.</p>	<p>modifiquen las propiedades fisicoquímicas del suelo.</p> <p>Durante la operación de la vía estas mismas sustancias pueden ocasionar este impacto como producto de los vehículos que se movilizan por la vía.</p> <p>El movimiento y remoción del suelo a fases profundas y el vertimiento o escorrentía de materiales de construcciones como arenas, cemento y productos químicos fuera del área de trabajo designado afectan las propiedades físicas y químicas del suelo</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En las zonas cercanas a las viviendas en donde se realizan descargas puntuales o difusas de aguas residuales y en donde la acumulación de basuras genera lixiviados que se pueden infiltrar en el suelo.</p> <p>En zonas donde se presenta actividad pecuaria y agrícola por donde pasa la variante.</p>	<p>En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo del corredor vial, ZODME, obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) -1.7 Impacto ambiental de muy baja importancia</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -2.2 Impacto ambiental de baja importancia</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es muy baja teniendo en cuenta que las cantidades de basura que ocasionan este impacto no tienen un carácter intensivo por lo que el posible cambio que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas a lo largo de tiempo ha sido paulatino. En las zonas donde se realiza la actividad pecuaria el pisoteo ha ocasionado que el agua lluvia no se pueda infiltrar y que la mayoría de estas zonas estén encharcadas en ciertos periodos.</p> <p>El impacto tiene una valoración mayor para el escenario con proyecto ya que todos los insumos de construcción sean pétreos o agregados, generan un porcentaje de material particulado que es arrastrado por el viento o la escorrentía hacia zonas de drenaje y suelos adyacentes al frente de obra, sumado a lo anterior los residuos sólidos y derrames accidentales de productos químicos (combustibles, lubricantes, aceites, etc.) o el mal manejo de sus envases producen un impacto no fácilmente previsible ni cuantificable. Se presupone que las acciones antes mencionadas de contaminación serán producto de acciones fortuitas y mitigables siempre que se practiquen las medidas preventivas dentro de la obra para el control de derrames, y se haga una correcta disposición de los desechos de la obra.</p> <p>El impacto generado por el proyecto es recuperable a mediano plazo y su permanencia es temporal dependiendo del elemento y cantidad vertida, además el riesgo de afectación se mantendrá solo por el tiempo mientras se realizan las actividades constructivas.</p>	



Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	24 / 168

Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos

SUELO	
Generación de procesos erosivos	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
La actividad agropecuaria es la que potencialmente puede generar procesos erosivos del suelo, así como en las zonas que se encuentran sin uso.	Las actividades de construcción de la variante de Aguachica asociada con el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), excavaciones y cortes, y el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación). En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Las labores agropecuarias propician la generación de procesos erosivos como consecuencia del inadecuado uso del suelo, en donde al no implementarse las medidas de manejo adecuadas se propicia la pérdida y arrastre de suelo por acción del viento y agua al dejar desprovistas de cobertura vegetal áreas en las cuales se han desarrollado actividades productivas previamente En áreas que han sido aprovechadas y que en este momento no tienen un uso determinado, en su mayoría se encuentran desprovistas de cobertura vegetal arbustiva o boscosa, en las que se encuentran rastrojos bajos y altos aislados asociados a pastos, las cuales no brindan una protección adecuada al suelo intervenido del efecto ocasionado por agentes erosivos.	La construcción de la nueva calzada puede generar procesos erosivos en las zonas en donde se conformen taludes por el corte o disposición de materiales tal y como sucede a lo largo del corredor vial y ZODME en los cuales deben implementarse las medidas de restauración y cubrimiento que impidan la generación de procesos erosivos por viento, lluvia y escorrentía. El descapote y remoción de la cobertura vegetal pueden propiciar la desestabilización de áreas adyacentes al área intervenida por la obra, lo cual por la acción de agentes erosivos puede ocasionar la pérdida de suelo al no contar con una cobertura que proteja a este de sus efectos.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En zonas aledañas al corredor de la variante con diferentes niveles de afectación, en especial en zona con pendiente destinada al uso agropecuario	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial y ZODME, obras de drenaje en donde se generen movimientos de tierra y se mantengan el suelo descubierto o sin ningún tipo de cobertura ya sea natural o artificial.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -1,7 Impacto ambiental de muy baja importancia	Calificación ambiental (CA) -3.4 Impacto ambiental de baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es muy baja, teniendo en cuenta que no se presentan zonas descubiertas de cobertura vegetal. Las malas prácticas de manejo de suelo presentes en el panorama sin proyecto, causadas por las inadecuadas prácticas pecuarias generales, donde no se implementan métodos adecuados para el control de erosión donde predomina la cobertura de pastos. El impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas, además de la construcción de las	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 <p>CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.</p> <p>Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2</p>
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	25 / 168	

SUELO	
Generación de procesos erosivos	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
estructuras de estabilización de taludes y/o banca, y la empradización, las cuales deben garantizar el control de la erosión en los taludes conformados durante la construcción del corredor vial.	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2	
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		26 / 168

Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua


AGUA Cambios en la calidad del agua	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Actividades agropecuarias y antrópicas asociadas a las descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales.</p>	<p>Las actividades de construcción de demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la empedradización, y la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por la preparación de concretos</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto, las actividades que pueden generar cambios en la calidad del agua son la operación normal (tránsito en la vía), el mantenimiento de obras de arte, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Las labores agropecuarias hacen aporte de sedimentos y residuos sólidos y líquidos que pueden generar cambios en la calidad del agua de cuerpos de agua cercanos a zonas en donde se desarrollan estas actividades.</p> <p>Algunos asentamientos que se encuentran al lado de la vía existente hacen descargas de agua residual al cuerpo de agua más cercano.</p> <p>Estos vertimientos ocasionan el desmejoramiento de la calidad del agua, por el aumento de DBO y la turbidez, así como del contenido de coliformes totales y fecales, y de sólidos en el agua.</p>	<p>Durante la etapa de construcción y operación de la variante de Aguachica se puede propiciar el cambio de la calidad del agua como consecuencia del aporte de sólidos y otras sustancias vertidas directamente o transportadas por acción de la escorrentía, lo cual puede ocasionar en el agua el aumento de la turbidez, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad, color y posiblemente cambios en el pH, el oxígeno disuelto, presencia de grasas y aceites y aumentos de la DBO y coliformes (totales y fecales) en el caso específico de fugas de aguas residuales de los baños portátiles de los asentamientos provisionales en los frentes de obra.</p> <p>Estos aportes de sustancias contaminantes a cuerpos de agua también se pueden presentar en el desarrollo de las actividades en el ZODME,</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	27 / 168

AGUA Cambios en la calidad del agua	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	construcción de obras de drenaje.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En caños que cruzan viviendas al borde de la vía.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial en los puntos donde el proyecto cruza los drenajes, sin embargo en la zona de la variante sólo se afecta un drenaje intermitente del Caño El Pital.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -0.6 Impacto ambiental de muy baja importancia	Calificación ambiental (CA) -0.6 Impacto ambiental de muy baja importancia
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es muy baja al igual que la situación con proyecto en donde deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el mínimo aporte de cualquier material o sustancia a los cuerpos de agua cercanos al área de influencia en este caso indirecta del proyecto, debido a que en el área de influencia directa se encuentra un drenaje intermitente del Caño El Pital sin flujo de agua en las salidas de campo. En la ocurrencia de algún evento de derrame en la zona de influencia indirecta debe hacerse la implementación rigurosa de los procedimientos aplicables de manera que el impacto sea mitigable.	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	28 / 168	

Componente Biótico

Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Modificación del paisaje, incremento en la fragmentación de coberturas

PAISAJE Modificación del paisaje Incremento en la fragmentación de coberturas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>La intervención antrópica en el desarrollo de las actividades relacionadas con el uso pecuario, agrícola y asentamientos humanos.</p>	<p>Durante la fase de construcción la afectación sobre el paisaje se dará por las actividades relacionadas con la demolición de infraestructura existente y viviendas, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación, el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, el movimientos de tierra, la disposición de material, la construcción de obras de arte, la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico y la poda de árboles.</p> <p>Durante la etapa de operación, la actividad que pueden generar modificaciones del paisaje está asociada con el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, la operación normal del tráfico, el mantenimiento de las obras de arte y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o pavimento. Sin embargo que el incremento de la fragmentación de coberturas puede ser ocasionado por la operación normal de la vía.</p> <p>Por otro lado, como impactos positivos se consideran la empedradización y la entrega y limpieza final de la obra.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El impacto sobre la modificación del paisaje y el incremento en la fragmentación de las coberturas, se considera negativo, considerando los altos grados de intervención, la existencia de la vía actual, el desarrollo cada día más acentuado de áreas para el establecimiento de actividades pecuarias y agrícolas, además de la incidencia de actividades relacionadas con la presencia de los asentamientos humanos, la mala disposición de basuras y eliminación de la vegetación natural de la zona.</p>	<p>El paisaje es considerado como un importante recurso natural y se conceptúa como la expresión espacial y visual del medio, el cual está sometido de manera continua a cambios por la influencia de factores naturales y de manera más drástica por factores antrópicos, en este caso por la construcción de la doble calzada de la Ruta del Sol, en la variante Aguachica que influirá y contribuirá a la alteración del paisaje típico de la zona conformado en el área a intervenir por</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	29 / 168

PAISAJE Modificación del paisaje Incremento en la fragmentación de coberturas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<p>Todas estas actividades han venido generando cambios en el paisaje natural considerados como altos para el componente paisajístico del área de influencia del proyecto, donde la mayor incidencia sobre este impacto está dada por las actividades pecuarias y la presencia de asentamientos humanos, que afectan el estado paisajístico del área de influencia directa del proyecto.</p>	<p>extensiones llanas y lomeríos de pastizales, árboles aislados, desarrollo de actividades agropecuarias, y algunas áreas con presencia de población, a un escenario de un ambiente de tipo antrópico, que aunque en la etapa de construcción traerá consigo impactos negativos significativos, en etapa de operación de la vía traerá impactos positivos relacionados con la empradización de las zonas de los separadores y zonas de derecho de vía, mantenimiento la vegetación ubicada sobre estas zonas, pues el diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo mediante la continuidad de un cordón forestal "sombra" y el realce del paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida.</p> <p>En este orden de ideas, es importante mencionar que, durante la etapa de construcción de la doble calzada la variante de Aguachica, será el momento donde se dará el mayor impacto visual negativo y de fragmentación del hábitat.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En la situación actual este impacto se presenta a lo largo del corredor vial, siendo más perceptible en aquellos lugares donde se realizan actividades pecuarias, agrícolas y focos de asentamientos.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el corredor de influencia directa del proyecto (derecho de vía). Momentáneamente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, principalmente por las actividades de descapote, operación de maquinaria, excavaciones, limpieza y cortes, donde el impacto está determinado por la alteración e intervención de las características paisajísticas del entorno inmediato del sitio de construcción de la vía.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo al concepto de la conectividad biológica mediante la continuidad de un cordón forestal "sombra"; así mismo realzará el paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida, mejorando y mitigando el efecto negativo sobre el paisaje que las actividades de la etapa de construcción de la</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	30 / 168

PAISAJE Modificación del paisaje Incremento en la fragmentación de coberturas	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	obra van a generar en el área de influencia directa.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La importancia ponderada para el impacto de modificación del paisaje fue Muy Alta , y para el incremento en la fragmentación de coberturas sin proyecto es de Alta , teniendo en cuenta que de las actividades contempladas, la asociada a afectación antrópicas es la actividad que mayor afectación causa sobre el paisaje (Impacto Muy Alto), seguido de las actividades pecuarias, todo esta relacionado con la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias en la zona, la baja presencia de coberturas vegetales relacionados con bosques y la presencia de basuras dispuestas de manera inadecuada sobre algunos sectores del trazado vial.	La importancia ponderada para el impacto de modificación del paisaje así como incremento en la fragmentación de coberturas se considera Medio , debido a que actualmente el paisaje ecosistémico en la región de Aguachica se encuentra muy intervenido, sin embargo con las medidas de empradización, adecuación paisajística de los separadores y mantenimiento de la vegetación del derecho de vía durante la etapa de operación el impacto se tornará un poco positivo para la percepción paisajística de la zona y disminuyendo las acción de fragmentación de las actividades de construcción de la obra, de la doble calzada de la Ruta del Sol - Variante Aguachica.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En general, la alteración paisajística y fragmentación de coberturas sobre el corredor vial existente, es un escenario que ha venido presentándose por la intervención de las coberturas vegetales para la instauración de cultivos (maíz) y pastos en el desarrollo de actividades pecuarias y el establecimiento esporádico de viviendas.</p> <p>Aunque el escenario con proyecto representa un impacto negativo en su fase constructiva, por las actividades propias que serán desarrolladas relacionadas con la intervención del derecho de vía, el descapote y aprovechamiento forestal de la franja de vegetación que se encuentre allí establecida y la construcción de diversas obras y adecuaciones hidráulicas, en su fase operativa el arreglo paisajístico propuesto permitirá el restablecimiento y mejora de la cobertura lineal de protección ambiental, la empradización de áreas anteriormente desprovistas de vegetación y permitirá dar uniformidad y estructura al corredor vial en su totalidad. De este modo, el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios "Sin" y "Con" proyecto, se observa la tendencia al impacto positivo por la ejecución del proyecto, sin embargo no desvalorarían como tal los impactos negativos relacionados con las actividades de construcción.</p> <p>Es importante resaltar que en el sector donde se solicita el aprovechamiento forestal, las modificaciones al paisaje y el incremento de la fragmentación de coberturas no tienen un carácter representativo teniendo en cuenta el grado de intervención antrópica que presenta la zona (de bosques denso a coberturas de llanuras de pastos con rastrojo, arbustos y uno que otro individuo forestal arbóreo), la cual ha tenido como propósito el desarrollo de la actividad pecuaria haciendo aprovechamiento de los recurso forestales e implementado pastos para el mantenimiento del ganado.</p>	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	31 / 168

Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre

ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>La intervención antrópica en el desarrollo de las actividades de tipo forestal, silvopastoril, pecuario, agrícolas y de asentamientos humanos.</p>	<p>Durante la fase de pre-construcción no se genera ningún efecto negativo sobre la flora, sin embargo durante la fase de construcción la afectación sobre este componente se dará por las actividades relacionadas con la relocalización de infraestructura existente y viviendas, el descapote y remoción de vegetación, la excavaciones, cortes y voladuras, el movimiento de tierras y la construcción de obras de arte.</p> <p>Por otra parte las afectaciones generadas en la etapa de operación serán generadas netamente por la operación normal del tráfico vehicular y labores de mantenimiento.</p> <p>Sin embargo como impactos positivos en la etapa constructiva se consideran la poda de árboles al derecho de la vía y la empujización. Por otro lado en las actividades de operación y mantenimiento las actividades de mantenimiento de la vegetación en el derecho de la vía generarán un impacto positivo sobre la flora asociada a la vía.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El detrimento de la cobertura forestal para dar paso a grandes áreas para la explotación ganadera y agrícola (cultivos de maíz, algodón, cereales, palma, entre otros), a lo largo del trazado de la variante de Aguachica ha incidido en las unidades de cobertura vegetal relacionadas con la topografía planas, zonas de colinas relacionadas con el cerro de los chivos y vegetación de ronda de drenajes como El Caño el Pital y La Quebrada Buturama, cuerpo de agua del cual se surte el acueducto de Aguachica desde su cuenca alta y sobre la cual se observa un grave detrimento de su cobertura vegetal, la cual poseen una gran importancia por la regulación hídrica y biológica que brindan al ecosistema, aclarando que este cuerpo hídrico en ningún momento será afectado por el desarrollo del proyecto.</p>	<p>De acuerdo con esta perspectiva de generación del impacto ambiental sobre este componente, en la región del Cesar, el impacto continuará negativo e irreversible.</p> <p>La actividad de remoción de la vegetación sobre la franja de ancho de vía de 60 m de ancho aproximadamente, traerá parcialmente y temporalmente (3 años), la recuperación de una franja ambiental manejada con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal y a la fragmentación de la cobertura de conexión transversal entre unidades del paisaje local de rondas hídricas y las cercas vivas las cuales se encuentren interceptadas por la variante de Aguachica. Además la operación normal de los vehículos en la variante generarían envenenamiento a las plantas por emisión de</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	32 / 168

ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<p>La pérdida de cobertura vegetal que se presenta sobre la zona de estudio, ha generado que esta zona presente un grado de intervención alto, con ausencia de vegetación primaria y/o de tipo secundario. Adicionalmente se evidencia la ausencia de vegetación riparia sobre la zona de drenaje de tipo efímera del caño El Pital.</p> <p>De este modo, los impactos relacionados con los cambios en la cobertura vegetal y afectación del bosque secundario se manifiestan en aspectos relacionados con la pérdida de la diversidad florística de la zona tanto a nivel local como regional; de manera adicional, este impacto hace referencia al aumento en la intervención que se realiza sobre las áreas legalmente protegidas, referidas a la Reserva Forestal del Magdalena y el Bosque el Agüil, el cual es cruzado por el caño el Pital, el cual antes de su ingreso a este ecosistema y después de su punto de cruce con la variante atraviesa varios barrios, donde recibe gran cantidad de vertimientos y desechos, por lo que su estado físico-químico e hidrobiológico impide su uso para uso humano, recreativo o agrícola (decreto 1594/84).</p>	<p>gases con compuestos metálicos y exceso de dióxido de carbono que atentarían a cubrir la superficie de las hojas disminuyendo el proceso de fotosíntesis y causando la muerte de los individuos arbóreos al derecho de la vía y cercanos a esta.</p> <p>Por otro lado las actividades de poda de árboles en el derecho de la vía, la empradización y el mantenimiento de la vegetación ayudaran a mitigar un poco el efecto negativo de las demás actividades constructivas y operativas mejorando la fitosanidad (podas), el terreno (empradización) y el efecto negativo por la emisión de gases contaminantes (mantenimiento).</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>El impacto de la pérdida de la vegetación arbórea se manifiesta en tres aspectos básicos:</p> <p>a) El desequilibrio en las variables de la diversidad florística y por tanto presentando la región del Cesar como un gran paisaje de alta sensibilidad y en grado de amenaza para la pérdida de especies forestales las cuales son de gran importancia para la fauna de la región.</p> <p>b) La disminución notable de la capacidad de regulación de aguas de escorrentía superficial en las microcuencas del costado occidental de la cordillera oriental, con la consecuente desestabilización de caudales y suelos, generando la erosión hídrica de grandes proporciones, llevando al desbordamiento del cauce de las quebradas.</p> <p>c) El detrimento creciente del paisaje de zonas inundables como sistemas de regulación hídrica y reservas biológicas.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el corredor de influencia directa del proyecto (60 metros de ancho de vía).</p> <p>De manera momentánea será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, asociados con los árboles como el indicador más visible en el concepto general de conservación.</p> <p>La actividad de remoción de la vegetación generará impactos derivados por su movilización hacia sitios de disposición y, en la adecuación de estos mismos sitios. En las comunidades locales se generará la expectativa sobre la posibilidad de uso de los productos maderables.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	33 / 168

ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	ambiental positivo al concepto de la conectividad biológica mediante la continuidad de un cordón forestal "sombra"; así mismo realzará el paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida, mitigando un poco los efectos negativos de las actividades constructivas
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La importancia ponderada para el impacto negativo de alteración de la vegetación terrestre en la situación sin proyecto es de Alto , esto teniendo en cuenta la gran presión sobre el recurso así como la disminución de la cobertura con fines pecuarios principalmente.	La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, se considera como un impacto negativo Medio en la etapa de construcción debido a los efectos positivos como la poda, la emperadización, sin embargo para la fase de operación se califica Muy Baja , debido a las acciones de mantenimiento de la vegetación al derecho de la vía, la cual mitiga el efecto negativo que genera las actividades de tránsito vehicular en la vía de la variante de Aguachica.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En general la pérdida de la cobertura forestal en la región del Cesar, ha generado un impacto ambiental de grandes proporciones, teniendo en cuenta la importancia de esta franja donde confluyen innumerables ecosistemas que requieren de su interconexión biológica a través de la cobertura forestal.</p> <p>En el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios "Sin" y "Con" proyecto, se observa la tendencia al impacto positivo por la ejecución del proyecto, debido a las actividades positivas que se generan en las etapas constructivas y de operación. Sin embargo es necesario que las actividades a realizar, se ejecuten con sumo cuidado y se tomen las medidas preventivas que se desarrollan en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para que sean exitosas.</p>	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		34 / 168

Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la fauna Acuática.

ECOSISTEMAS	
Afectación de la biota acuática	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Aunque el caño Pital, no presenta flujo de aguas a la altura del cruce de la Variante (PR 69+100) con la zona de drenaje de este; aguas abajo, durante el recorrido del caño por algunos barrios ubicados en el casco urbano de Aguachica y antes del ingreso de este al Bosque el Agüil, se reporta que el estado físico-químico e hidrobiológico de este cuerpo de agua es deficiente, pues debido al continuo vertimiento de aguas domésticas y desecho continuo de basuras sobre su cauce, los niveles de coliformes presentes sobre este, impiden su uso para fines agrícolas de consumo o recreativos ((decreto 1594/84).</p>	<p>Durante la construcción de la variante de Aguachica, las actividades que pueden generar impacto sobre los ecosistemas hidrobiológicos son la construcción de obras de arte y obras hidráulicas tales como, box-coulvert y alcantarillas, y la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido). Obras programadas a fin de garantizar el drenaje natural que se presenta en la zona, recalando la ausencia de cuerpos de agua perennes y el cruce de la variante con el área de drenaje que se dirige hacia el Caño El Pital, drenajes desprovistos de un flujo de agua y vegetación riparia a la altura de su cruce con la variante de Aguachica; sin embargo el vertimiento o mal manejo de los materiales de construcción podría ocasionar impacto, sobre este, por arrastre de sustancias.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Desmejoramiento de la calidad del agua, en especial aumentos de DBO, coliformes totales y fecales y aumento de turbidez y sólidos en el agua, bajas concentraciones de oxígeno disuelto.</p>	<p>El desarrollo del proyecto como tal no afecta ninguna corriente hídrica de tipo perene, y presenta un punto de cruce con la zona de drenaje del Caño El Pital sobre el PR 69+100 de las abscisas de diseño, sin embargo esta zona se encuentra totalmente seca y desprovista de vegetación; sin embargo y teniendo en cuenta que el Caño El Pital, Aguas abajo cruza por barrios del casco urbano de Aguachica, para entrar posteriormente al denominado Bosque El Agüil, se implementarán las medidas preventivas necesarias relacionadas con el adecuado manejo del material de obra, construcción de alcantarillas, movimientos de tierra, desecho de materiales, vertimientos (aceites, combustibles, lubricantes) y/o aguas residuales de los baños portátiles, entre otros.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>Cuenca Caño El Pital</p>	<p>Sitio de cruce de la variante con el área de drenaje del Caño El Pital, PR 69+100.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>La importancia ponderada para el impacto negativo de afectación de la biota acuática en la situación sin proyecto es Alta, ya que la presión sobre el recurso hídrico en esta zona es muy</p>	<p>La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, se considera como un impacto negativo Medio, ya que las actividades propias del proyecto como la construcción de</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	35 / 168

ECOSISTEMAS

Afectación de la biota acuática

<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
grande, recibiendo las aguas residuales y aguas de escorrentías de las fincas y barrios por los cuales cruza el caño el Pital.	obras de arte hidráulicas y la colocación de concreto hidráulico pueden llegar a generar un impacto aguas abajo. Por otro lado las actividades de operación como el mantenimiento de las obras de arte y puentes generarán un impacto Bajo , ya que el impacto es localizado cortó y no genera daño.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Las actividades antrópicas que se realizan en la zona han generado la mayor afectación sobre este recurso. Es importante llevar a cabo, las acciones de mitigación desde el inicio de las obras, llevar un control estricto de los procedimientos, aplicables con la finalidad de no contaminar más el medio hídrico, ya que las actividades constructivas en si generan mucho daño a los cuerpos hídricos si no se toman las medidas de control y protección desde el inicio de las obras.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	36 / 168
				Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la fauna terrestre

ECOSISTEMAS	
Alteración de la fauna terrestre	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Efecto de barrera de la vía existente y disminución acelerada de la diversidad y abundancia de las especies de fauna presentes en el área, por el desarrollo de actividades silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y de tipo antrópico.</p> <p>Pérdida de la conectividad, entre los ecosistemas localizados al oriente del municipio de Aguachica y el relicto de bosque ubicado dentro del casco urbano del municipio, por ausencia de coberturas vegetales, vegetación de ribera del Caño el Pital, contaminación de este cuerpo hídrico y detrimento de la calidad de sus aguas por el vertimiento de aguas domésticas y residuos sólidos, en su cruce por los barrios pertenecientes al casco urbano del Aguachica.</p>	<p>Las actividades que pueden generar alteraciones en la fauna terrestre son el descapote y remoción de la vegetación, el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos), la construcción de obras de arte, la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la empradización y la poda de árboles.</p> <p>Sin embargo para la etapa de operación, las actividades como la operación normal de la variante, el mantenimiento de las obras de arte y el mantenimiento de la vegetación en el derecho de la vía, generaran un impacto negativo sobre la fauna terrestre.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El corredor vial existente que actúa como una barrera física, la ausencia de vegetación riparia, los altos grados de contaminación del Caño El Pital inciden sobre la capacidad de dispersión de animales entre ecosistemas adyacentes, dando como resultado la escasa presencia de fauna silvestre para la zona, inexistencia de corredores de movilidad, escasos recursos naturales que brinden oferta hídrica, alimenticia y de refugio a la fauna silvestre.</p> <p>Adicionalmente, las actividades agrícolas, ganaderas y antrópicas han generado un paisaje altamente fragmentado, en donde las coberturas de bosque son inexistentes en el área de influencia del trazado proyectado para la variante de Aguachica, de este la fauna reportada para la zona, se limita a especies generalistas, de amplia distribución a lo largo del territorio, adaptada a sobrevivir en ambientes altamente intervenidos.</p> <p>Así, la principal afectación a la fauna de la zona, se encuentran ligada a la intervención de los ecosistemas, para el desarrollo de actividades ganaderas, pues estas traen consigo la generación de vertimientos, residuos, cambios de</p>	<p>Modificación de ambientes, sin embargo no se afectaran bosques protectores de cauce, o coberturas vegetales diferentes a pastizales con árboles aislados y cultivos.</p> <p>Alejamiento de la fauna silvestre de posible incidencia en la zona; muerte de individuos de fauna durante las actividades constructivas de la variante por atropellamientos, caza y/o agresión por parte de los trabajadores de la obra a este recurso.</p> <p>Afectación a la conectividad y movilidad de la fauna silvestre que se traslade del oriente del Municipio a ecosistemas como el Bosque El Agüil y ecosistemas del bajo Magdalena, para lo cual se adaptará un paso de fauna sobre la zona de drenaje del Caño El Pital en su punto de cruce con la variante.</p> <p>En la etapa de construcción, se identifica afectación sobre la fauna terrestre de la zona con un impacto negativo significativo para las actividades de descapote, remoción de la vegetación y aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	37 / 168

ECOSISTEMAS	
Alteración de la fauna terrestre	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
coberturas vegetales, entre otros.	<p>actividades es de tipo intrusivo conllevando al desplazamiento de los individuos de fauna presentes en la zona, pérdida de sitios de refugio y muerte de los individuos.</p> <p>Otras actividades que inciden en la evaluación del impacto de afectación a la fauna están relacionadas con actividades constructivas como el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación ya que el intenso movimiento vehicular en la zona puede generar conflicto con la fauna causando muertes por culpa de atropellamiento.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la vía representa en sí misma un impacto negativo significativo para la fauna de la zona, teniendo en cuenta que, el tránsito vehicular a altas velocidades tiene efecto sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales, pues los corredores viales representan un efecto barrera que incide sobre la capacidad de dispersión y movilidad de las especies animales, bien sea por que no se atreven a cruzar la calzada o por que sufren atropellamientos.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Área de influencia del trazado de la variante de Aguachica, corredor actual, Caño El Pital	En el corredor vial, sitio de cruce de la variante con el drenaje del Caño El Pital.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación del impacto de alteración de la fauna de la zona sin proyecto es considerada como Alta por las actividades relacionadas con actividades agrícolas y ganaderas, pérdida de hábitats y pérdida de la conectividad ecológica en la zona.	La importancia ponderada para el impacto de afectación a la fauna, en el escenario con proyecto es Alta , debido a que la mayoría de las actividades en la etapa constructiva, generan un impacto muy negativo, como en el caso del descapote, remoción de la cobertura vegetal, aprovechamiento forestal y operación normal de la vía entre otras.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Los impactos actuales (sin proyecto) sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales incide en el efecto de barrera que tienen los corredores viales sobre la capacidad de dispersión o movimientos de las especies animales, la inexistencia de conectividad ecológica en la zona, por el detrimento de las coberturas vegetales, y contaminación de las fuentes hídricas que cruzan el centro poblado como es el caso del caño El Pital. Esto tendrá mayores repercusiones si el desarrollo del proyecto no contempla actividades de mitigación mediante programas de revegetalización y/o reforestación como el establecimiento de cercas vivas, el mantenimiento, enriquecimiento y aumento de los bosques protectores de cauce y pasos de fauna.	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	38 / 168

Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		39 / 168

- **Componente Social**

Teniendo en cuenta que las condiciones del componente socioeconómico varían de acuerdo con cada etapa del proyecto, para el análisis de impactos de éste componente, se tienen en cuenta de manera independiente las tres fases del proyecto, es decir, que la valoración relativa de cada impacto se presentará de manera discriminada para las etapas de pre-construcción, construcción y operación.

Tabla 5-15 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios

INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>En la actualidad un importante porcentaje de las viviendas que se encuentran sobre el corredor se desarrollan actividades comerciales, algunas de las cuales utilizan el derecho de vía, situación que se mantiene con el tiempo.</p> <p>La cercanía de las viviendas con la vía genera deterioro de las estructuras y afectación de la estabilidad de las mismas.</p>	<p>Con el proyecto cinco (5) infraestructuras de viviendas serán demolidas por lo cual requerirán reubicación. Entre las 5 se encuentran dos unidades productivas que corresponden a un motel y una tienda que también ofrece servicio de hospedaje.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Afectación a la estructura y estabilidad de las viviendas por la constante vibración generada por los vehículos que transitan la vía.	Desplazamiento y reubicación de 6 familias por demolición de 5 viviendas.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
La situación descrita se presenta en el actual corredor nacional en el paso por el Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce) Vereda la Campana (sector Cerro de los Chivos).	El impacto con proyecto se produce en la parte norte de la variante que corresponde al sector de Los Chivos.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) 0.7</p> <p>Impacto ambiental es Muy Baja</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -5.8</p> <p>Impacto ambiental Medio para la etapa de pre-construcción</p> <p>Calificación ambiental (CA) -1.4</p> <p>Impacto ambiental Muy Baja para la etapa de construcción</p> <p><i>En la etapa de operación no se identifica este impacto</i></p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual sin proyecto se identifican viviendas que desarrollan actividades comerciales, algunas de ellas realizan invasión del espacio público para la prestación de los servicios (por ejemplo los talleres de mecánica); igualmente la cercanía de las viviendas al corredor vial, genera una situación de vulnerabilidad y riesgo por la vibración que genera el constante tránsito vehicular.</p> <p>En la situación con proyecto, la afectación a viviendas es menor (5 viviendas), las cuales requieren medidas de compensación y/o traslado, de las 6 familias residentes en las viviendas 1 que se</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	40 / 168

INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

encuentra en condición de arrendatario cuenta con un alto nivel de vulnerabilidad por el bajo nivel de ingresos y educación, alta dependencia económica de la zona. Otras tres familias, presentan importante dependencia económica del predio por desarrollar actividades comerciales o percibir arriendo del predio que sería afectado.

Para la fase de operación no se establecen impactos.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		41 / 168

Tabla 5-16 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad

INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Este impacto se presenta en la situación sin proyecto debido a la presencia de viviendas y negocios sobre el derecho de vía de la zona, afectando la movilidad vehicular y poniendo en riesgo la seguridad peatonal. Adicionalmente se identifican en la zona, accesos de alta movilidad como el ubicado en la zona denominada “el cruce”, donde transita un importante número de vehículos (carros, motos, camiones y semovientes) que se dirigen desde las zonas veredales al casco urbano de Aguachica.	<p>Durante el desarrollo de la obra se afectará la movilidad local y regional con actividades como: demoliciones, relocalización de infraestructuras y servicios, transporte de residuos y material, excavaciones, disposición de materiales, pintura y señalización.</p> <p>La entrada en operación del nuevo corredor.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Congestión vehicular por ocupación del espacio público en el derecho de vía por parte de construcciones de uso residencial y comercial, así como la prestación de servicios de mecánica y parqueaderos de restaurantes. El constante cruce vehículos por los accesos veredales que interceptan la vía nacional.	<p>El desarrollo de la obra genera restricción al paso vehicular, peatonal y de semovientes que comunica el casco urbano con las veredas de la zona oriental; así mismo se presentará interferencia en 6 accesos que conducen a veredas y fincas de la zona oriental del casco urbano.</p> <p>En la fase de operación con la puesta en marcha del nuevo corredor se generará un efecto barrera entre las veredas de la zona oriental y el casco urbano; Igualmente al entrar en funcionamiento el nuevo corredor, permitirá descongestionar la vía existente, facilitando la movilidad hacia la zona urbana.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
La zona urbana del centro poblado de Aguachica y las intercepciones con las vías veredales.	<p>La vía que conduce a las veredas Yegüerita, La Bocatoma, Marinilla, Caño Caracolí, La Soledad, San Benito, Bombiadero, Curos Altos, Honduras, Cerro Redondo, Caño Caracolí, Limoncillo, Planadas, Boquearon, Los Llanos, San Pablo y las Piñas.</p> <p>Actual corredor Vial que pasa por los sectores comerciales de la 40 y Cerro de los chivos.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -7.5</i> Impacto ambiental de Alta importancia.	<p><i>Calificación ambiental (CA) -5.9</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -4.3</i> Impacto ambiental de Media importancia para</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	42 / 168

INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	la etapa de construcción Calificación ambiental (CA) 4.8 Impacto ambiental Media importancia para la etapa de operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la condición sin proyecto se presenta congestión vehicular y riesgo de accidentalidad en el paso por el centro urbano de Aguachica, por la presencia de construcciones de uso residencial y comercial en la zona de derecho de vía y el constante tránsito de vehículos que provienen de las áreas rurales.</p> <p>Para la situación con proyecto se generaría afectación a la movilidad por restricción temporal durante la etapa construcción, lo cual puede extender los tiempos de desplazamiento veredal, afectando a los residentes de las fincas y veredas, en especial para la población que se moviliza sobre la vía que conduce a las veredas Yegüerita, La Bocatoma, Marinilla, Caño Caracolí, La Soledad, San Benito, Bombiadero, Curos Altos, Honduras, Cerro Redondo, Caño Caracolí, Limoncillo, Planadas, Boquearon, Los Llanos, San Pablo y las Piñas.</p> <p>Para la situación con proyecto en la fase de operación se establece impacto positivo importante a nivel Nacional teniendo en cuenta que se genera una mejor movilidad desde el centro del país hacia el norte, sin embargo en orden local y regional se aumentarán los tiempos de desplazamiento a las poblaciones que tiene acceso por el corredor vial, en la medida que ya no podrán acceder directamente a sus vías secundarias, si no que deberán utilizar los retornos establecidos para la nueva vía. Se destaca en este aspecto la importancia de implementar medidas en las vías veredales de mayor circulación para el paso desde la zona rural hacia la zona urbana del municipio.</p> <p>En la operación se presentaran unas afectaciones a la movilidad mínimas por actividades como recuperación de señalización vial y tratamiento de fallas en el pavimento que se consideran como impactos muy bajos teniendo en cuenta que serán de carácter puntual y temporal</p>	



Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	43 / 168	

Tabla 5-17 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios

INFRAESTRUCTURA Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente no se identifica afectación de redes de servicio o infraestructura.	<p>En la fase de pre-construcción el replanteamiento topográfico y la compra de predios generan afectación a viviendas, a infraestructura de servicios y a una antena repetidora ubicada en el Cerro de los Chivos en las instalaciones de CORPOCESAR.</p> <p>En la fase de construcción por las actividades de obra como: demoliciones, excavaciones, movimiento de tierras, transporte de materiales puede generar afectaciones a las infraestructuras aferentes a la obra.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
no aplica	Traslado de población y restricción temporal en la prestación del servicio de acueducto y energía, por intervención a redes de distribución.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
No aplica	<p>Redes:</p> <p><u>Acueductos:</u> Intercepción a la red acueducto que surte al casco urbano de Aguachica</p> <p><u>Energía:</u> A lo largo del corredor se ubican redes de energía de baja tensión que se dirigen a las viviendas aferentes a la variante.</p> <p><u>Otros:</u> en el predio de CORPOCESAR se encuentra una antena repetidora utilizada por los bomberos de Aguachica para sus comunicaciones regionales.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
No aplica	<p><i>Calificación ambiental (CA) -5.8</i></p> <p>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción</p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -4.1</i></p> <p>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de construcción</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad sobre el corredor de la variante, se encuentran redes de servicio de acueducto y energía, los cuales no presentan ningún tipo de afectación.</p> <p>Para la situación con proyecto, se requiere el traslado y adecuación de red de baja tensión ubicada en la zona de trazado de la variante, generando en algunos casos la suspensión temporal del servicio de energía, igualmente se encuentra una antena repetidora que es utilizada por el cuerpo de bomberos de Aguachica para sus comunicaciones regionales, la cual deberá ser trasladada teniendo en cuenta que se ubica en la zona de paso de la variante.</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 <p>CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.</p> <p>Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2</p>
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	44 / 168	

INFRAESTRUCTURA	
Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<p>Durante la ejecución de la obra se interceptará la red de acueducto municipal, la cual sin las debidas medidas de manejo podría ocasionar suspensión del servicio al casco urbano y a la zona rural, por lo anterior se considera que el impacto en la etapa de construcción será magnitud media.</p>	



Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		45 / 168

Tabla 5-18 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios

ECONOMÍA	
Demanda de Mano de Obra y de servicios	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>En la zona de influencia del corredor vial la demanda de mano de obra se genera por proyectos temporales de empresas de hidrocarburos y por las fincas ganaderas. En la actualidad CONSOL ha generado un número importante de empleos en la zona. También se destaca en la zona del cerro de los chivos una importante demanda de mano de obra para la prestación de servicios al transportador como mecánica y hospedaje.</p>	<p>Para la ejecución del proyecto se requerirá personal operativo.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>La contratación de mano de obra por parte de empresas de hidrocarburos y otras de infraestructura como CONSOL, así como la demanda de mano de obra por parte de las fincas, permite la generación de ingresos a las familias del centro poblado.</p>	<p>La construcción de la segunda calzada y la variante en el sector de Aguachica, generará una nueva opción de trabajo en la zona de influencia directa del proyecto, generando espacios para vinculación de personal operativo, situación que beneficiara a las familias por el aumento de ingresos.</p> <p>De igual manera se aumentara la demanda de servicios como hoteles, restaurantes y transporte lo que dinamizara la economía local durante el proceso del proyecto.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En el centro poblado de Aguachica.</p>	<p>En el centro poblado de Aguachica.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p><i>Calificación ambiental (CA) 7.7</i> Impacto ambiental de importancia Alta de carácter positivo.</p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) 3.3</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) 4.7</i> Impacto ambiental Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) 4.6</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad en la zona de influencia del proyecto, la principal fuente de ingresos son los empleos generados por las fincas de la zona, seguidos por la demanda de mano de obra de CONSOL y otras empresas que hacen presencia en el sector que ofrecen empleos temporales.</p> <p>En la situación con proyecto aumentará la vinculación de personas en la etapa de construcción y mantendrá de manera permanente parte del personal vinculado en la fase de operación. Igualmente se generarán condiciones para la capacitación de la población en actividades operativas del proyecto, siendo éste un impacto favorable que será de carácter permanente y que</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 <p>CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S.</p> <p>Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2</p>
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	46 / 168	

ECONOMÍA	
Demanda de Mano de Obra y de servicios	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
se refleja en la instalación de capacidades laborales en la población local.	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		47 / 168


Tabla 5-19 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector

ECONOMÍA	
Productividad del sector	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
La productividad del sector está dada por el desarrollo de actividades comerciales sobre el corredor vial, así como por comercio local de productos agrícolas como maíz, melón y algodón principalmente. Se destaca la zona del Cerro de los Chivos, como un sector importante de atención al transportador, teniendo en cuenta que en éste lugar se ofrecen servicios de hospedaje, mecánica y restaurantes que son utilizados frecuentemente por conductores de vehículos de carga..	En la etapa de construcción las actividades de demolición y relocalización de infraestructuras, el transporte de materiales, la operación de maquinaria, equipo pesado y la adecuación de accesos pueden generar un impacto negativo temporal en la economía y productividad de la actividad agropecuaria.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
La condición socioeconómica y productiva de los habitantes de Aguachica (casco urbano y sector rural, incluido el sector del cerro de los chivos) depende de la agricultura y de la actividad comercial formal e informal que se desarrolla sobre la vía.	<p>Afectación a la movilidad e interferencia temporal en un acceso puede producir una baja afectación a las actividades productivas de la región, relacionadas con la actividad agropecuaria y el comercio que se desarrolla de éstos productos principalmente en el sector del cruce.</p> <p>La fase de operación permitirá que las actividades productivas del sector se desarrollen de manera más eficiente al garantizar la movilidad y conectividad, así como menores tiempos de desplazamiento.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce) Vereda la Campana (sector Cerro de los Chivos)	Veredas de la zona oriental del casco urbano, principalmente aquellas que se conectan a través del a vía denominada la Bocatoma
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 5.4</i> Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.	<i>Calificación ambiental (CA) -5.4</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) 6.4</i> Impacto ambiental de Alta importancia para la etapa de operación.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto, se identifican varias actividades que aportan a la productividad de la zona, en el sector rural se destaca la siembra de melón, maíz y algodón, siendo estas importantes fuentes de productividad en la zona de influencia.</p> <p>Durante la etapa constructiva se presentará una afectación a la productividad por el desarrollo de las obras y las restricciones a la movilidad.</p> <p>En la situación con proyecto, debido a la operación normal de la vía y el mejoramiento de la movilidad que ello conlleva, se generarán mejores condiciones para el desarrollo de las actividades productivas que se presentan en el sector.</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	48 / 168
				Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-20 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos


ECONOMÍA	
Afectación de los ingresos	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Se identifican actividades como prestación de servicios al usuario de la vía (turismo y transporte de carga) principalmente a través de restaurantes y talleres de mecánica. Se destaca en el sector del Cerro de los Chivos adicional a los anteriores, el servicio de hospedaje para el transportador de carga.</p> <p>En los sectores rurales, se identifican como actividades de ingreso de la población la agricultura.</p>	<p>Por la adquisición de los predios en la etapa de pre- construcción, se afectaran cultivos de algodón, melón y maíz que se encuentran dentro de la zona de intervención.</p> <p>En la etapa de operación la puesta en marcha de la nueva vía, se generara una reducción de transito de vehículos.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Impacta positivamente a la población de la zona, generando fuentes de empleo e ingresos para los habitantes del Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce) Vereda la Campana (sector Cerro de los Chivos)</p>	<p>Disminución en los ingresos de los propietarios de cultivos de algodón, maíz y melón que serán afectados por la obra.</p> <p>En la operación de la variante afectará inicialmente la generación de ingresos de las familias dedicadas al comercio, en donde se generará un cambio en las dinámicas que actualmente se desarrollan por el transito constante de viajeros.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce) Vereda la Campana (sector Cerro de los Chivos)</p>	<p>Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos) y las fincas ubicadas en la vereda el Guaro.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p><i>Calificación ambiental (CA) 5.4</i> Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.</p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -5.4</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) - 4.2</i> Impacto ambiental Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) -3.3</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de operación</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad en la zona de influencia del proyecto se identifica población que genera sus ingresos por actividades agropecuarias. También se encuentra una importante cantidad de la población que percibe sus ingresos por la prestación de servicios al usuario de la vía (restaurantes, talleres y hospedajes) esta situación se destaca en la zona del Cerro de los Chivos.</p> <p>En la situación con proyecto en la etapa de pre-construcción se afectaran los ingresos de propietarios de cultivos, por afectación parcial de los mismos. En la etapa de construcción se puede identificar una reducción de ingresos por interrupciones temporales de accesos utilizados</p>	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	49 / 168	

ECONOMÍA	
Afectación de los ingresos	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
para el traslado y comercialización de productos.	
<p>En la etapa de operación, por la disminución en el tránsito vehicular por el corredor actual, se presentarán cambios en las dinámicas comerciales que se desarrollan sobre la vía nacional que se establecen como un impacto negativo de baja importancia, teniendo en cuenta que el proyecto contempla en el diseño infraestructuras que garantizan el ingreso que aquellos transportadores que requieren acceder a la zonas comerciales de la 40 y el Cerro de Los Chivos. Es importante señalar que el estudio de Yanhaas (2010) determinó que los transportadores de carga –principales clientes del Cerro de los Chivos– mantienen unos hábitos de permanencia a los sitios de hospedaje y alimentación.</p> <p>Con relación a los comerciantes del sector de la 40, sus principales clientes corresponden a los usuarios y transportadores del paradero informal que se encuentra en ese sector, paradero que no tendrá ninguna intervención o afectación en el desarrollo de las obras ni durante la operación de la variante.</p>	

Tabla 5-21 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidentes

SOCIAL	
Generación de Riesgos de Accidentes	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
<p>Altas velocidades del transporte superiores a las especificaciones requeridas para el actual corredor.</p> <p>Invasión por vendedores ambulantes y comercio del derecho de vía.</p> <p>Viviendas ubicadas en el derecho de vía.</p> <p>Intercepciones de la vía nacional con vías veredales y constante paso de vehículos sin medidas de prevención.</p>	<p>Restricción al tráfico, obstrucción accesos principales.</p> <p>Transporte de materiales.</p> <p>Desinformación de restricción de accesos peatonales tradicionales, cambios en la señalización y flujos vehiculares.</p> <p>Operación de la doble calzada.</p>
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>Choques y atropellamientos.</p> <p>Afectación a estabilidad de las construcciones.</p>	<p>Durante la etapa construcción se puede generar riesgos de accidente en las zonas de intervención, especialmente en los cruces con vías veredales y accesos a viviendas.</p> <p>En la etapa de operación se reducirán los niveles de accidentalidad en la vía actual y descongestión vehicular, garantizando a su vez mejoramiento de la movilidad en el casco urbano.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica: sector la 40 y sector el cruce, Sector Cerro de los Chivos	Zona de intervención y casco urbano
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) -4.5</p> <p>Impacto ambiental de importancia Media</p>	<p>Calificación ambiental (CA) -3.1</p> <p>Impacto ambiental de Baja importancia para</p>

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	50 / 168	

SOCIAL	
Generación de Riesgos de Accidentes	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -5.9</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) -2.2</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de Operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación sin proyecto se presentan niveles medios de accidentalidad debido a la presencia de cruces veredales sobre la vía nacional, igualmente las velocidades de los vehículos que transitan actualmente, la cercanía de viviendas y el constante paso peatonal, son aspectos que hacen del sector una zona con constante riesgo de accidentalidad vehicular y peatonal.</p> <p>Para el caso de la situación con proyecto las restricciones temporales al tráfico, la presencia de maquinaria en la zona puede generar riesgos de accidente, el cual es mitigable con adecuadas medidas de manejo, se considera como impactos de carácter Media.</p> <p>En la fase de operación la reducción de tráfico por la vía actual, disminuye la accidentalidad en el corredor actual; para el nuevo corredor se generar riesgos de accidentalidad, especialmente en la zona de cruces veredales, las cuales deberán ser atendidas con una adecuadas medidas de manejo..</p>	

Tabla 5-22 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud

SOCIAL	
Cambio en las condiciones de salud	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente no se identifican actividades que generen cambios en las condiciones de salud de la población.	Las actividades de demolición de infraestructura existente, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y disposición de material pueden generar material particulado ; en la fase de operación por el traslado del tráfico Nacional al nuevo corredor.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
No se genera impacto.	Las emisiones de material particulado y ruido pueden generar algún tipo de afectación en las condiciones de salud de la población.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
No se presentan.	Vereda el Guaro y Sabanas de Buturama. En el caso de los sectores de la 40 y El Cerro de los Chivos, en la fase de operación será positiva, al disminuir el tráfico.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	51 / 168

SOCIAL

Cambio en las condiciones de salud

<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
No aplica.	<p>Calificación ambiental (CA) -2.3 Impacto ambiental Baja importancia para la etapa de construcción.</p> <p>Calificación ambiental (CA) : -1.7 Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de Operación</p>

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la situación sin proyecto no se identifican afectaciones a la condición de la salud de la población residente en el corredor de la variante, por le contrario en el sector de la 40 y El Cerro de Los Chivos se presenta afectación por ruido debido al transito y congestión de transporte de carga y la presencia de material particulado.

Los niveles de afectación son mínimos, teniendo en cuenta la distancia de la variante con la población residente en la zona, sin embargo teniendo en cuenta que los accesos pueden ser utilizados para el transporte de material y maquinaria al frente de obra, generando material particulado y la disposición de materiales, se considera que la magnitud del impacto es Baja.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	52 / 168	

Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población

SOCIAL	
Traslado de la población	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente no se identifican actividades que generen traslado de población	Compra de predios, demolición de infraestructura existente y relocalización de la misma.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
No se genera impacto	Se genera desplazamiento de 6 familias ubicadas en 5 viviendas, las cuales requieren ser reubicadas en nueva zona.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
No se presentan	La afectación a las dos viviendas corresponde a infraestructuras ubicadas en el Cerro de los Chivos, en la zona norte donde finaliza la variante y se conecta con la vía nacional.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
No aplica	Calificación ambiental (CA) -4.1 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) -4.1 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación sin proyecto no se prevé relocalización de familias y con proyecto se requiere el traslado de 6 familias ubicadas en 5 viviendas, situación que genera un impacto de magnitud media debido a las condiciones de vulnerabilidad de la población, algunas de estas familias también ven afectada su generación de ingresos por ser unidades sociales productivas.	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	53 / 168	

Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad

SOCIAL	
Conflicto con la comunidad	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
La comunidad manifiesta que en el sector se mantienen redes sociales estables y relaciones de vecindad adecuadas y por lo tanto una baja presencia de conflicto.	Posibles conflictos en el proceso de negociación y compra de predios, así como en los procesos de contratación de mano de obra en la zona. Actividades propias de la Construcción: Demoliciones, operación de maquinaria, transporte de material. Inconformidad de algunas personas por la construcción de la variante por el costado oriental. Conflicto de los comerciantes por el traslado de tráfico al nuevo corredor.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Ambiente tranquilo y adecuado manejo de las relaciones entre los miembros de la comunidad.	La falta de información sobre los diferentes procesos del proyecto, puede generar desconfianza, distorsión y/o mala interpretación sobre las actividades a ejecutar, ocasionando rechazo hacia proyecto por parte de la comunidad. Cambios en los procesos de contratación laboral directa. Cambios en las dinámicas económicas que se presentan en el corredor vial actual. Disminución de los ingresos de lo comerciantes del Cerro de Los Chivos.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)	Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) -0.1</i> Impacto ambiental de Muy Baja importancia	<i>Calificación ambiental (CA) -5.1</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -3.4</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción. <i>Calificación ambiental (CA) -2.4</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de Operación.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	54 / 168

SOCIAL

Conflicto con la comunidad

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En la situación sin proyecto no se identifican conflictos importantes en la comunidad.

En la situación con proyecto pueden presentarse conflictos en la comunidad, especialmente en aspectos como contratación de personal, compra de predios, traslado de redes, que se califica como un impacto Medio. En la fase de operación debido a los cambios en las costumbres sobre el uso del nuevo corredor, afectación a las actividades que generan ingresos a comerciantes del corredor actual.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	55 / 168	

Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas

SOCIAL	
Generación de Expectativas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente la principal expectativa se presenta por los procesos de contratación que han generado las empresas que hacen presencia en el sector.	Afectación a las condiciones socio-económicas de la población por construcción de la variante y cambio en la generación de ingresos de las actividades comerciales de la zona.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Genera cambios en las dinámicas laborales de la población, debido al desplazamiento de la mano de obra del sector agrícola y pecuario al de la mano de obra no calificada para obras.	Las actividades de compra de predios pueden generar altas expectativas con relación a los precios de los inmuebles; igualmente la contratación de personal para la obra produce gran incertidumbre en la comunidad. Uno de los impactos que más inquieta a la población es el proceso de cambio en las dinámicas comerciales, dado que es una importante actividad generadora de ingresos en la zona.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)	Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 6.0</i> Impacto ambiental de Media importancia	<i>Calificación ambiental (CA) -4.8</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -4.8</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación sin proyecto la principal expectativa está relacionada con la contratación de mano de obra local por el desarrollo de actividades como obreros. Situación que también ha generado el desplazamiento de mano de obra de actividades agropecuarias a otro tipo de labores. Igualmente se encuentra expectativa en la población, por las posibilidades de desarrollo en la zona y la incertidumbre frente a la definición del paso de la variante por la zona.	
En la situación con proyecto hay expectativas en torno a los cambios en las dinámicas comerciales que actualmente se presentan en el sector, se destaca en este sentido, la expectativa generada en el sector comercial del Cerro de los Chivos por el posible desvío que sus principales clientes (transportadores).	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2	
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO		(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción		56 / 168

Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales

SOCIAL Relaciones Sociales	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
En la situación sin proyecto no se generan impactos negativos en las relaciones entre la comunidad, la cual manifiesta buenas relaciones de vecindad y organización social.	En la situación con proyecto, los procesos de compra de predios, demolición de viviendas, la afectación a redes de servicios y la relocalización de infraestructura comercial y servicios interceptados puede provocar afectación de las relaciones en la comunidad a nivel interno y con respecto a la CRDS.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Buenas relaciones en la comunidad, ambiente adecuado para procesos de negociación.	La compra de predios genera traslado de población quienes cuentan actualmente con redes sociales en su sitio de residencia. Con el traslado se puede generar desarticulación de estas redes. La construcción de la variante puede afectar las relaciones sociales y comerciales por el desplazamiento de la movilidad vehicular.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)	Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 4.1</i> Impacto ambiental de importancia Media	<i>Calificación ambiental (CA) -3.6</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -2.6</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de operación
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la actualidad se identifican importantes niveles de organización social.</p> <p>En la situación con proyecto, las actividades como compra de predios y traslado de infraestructura pueden generar rupturas de redes sociales y comerciales, sin embargo este impacto se considera con un impacto Bajo (por la baja afectación a infraestructuras de vivienda).</p> <p>En la etapa de construcción el impacto se valora como de magnitud Baja, por el cambio en las relaciones sociales de las familias trasladadas, debido a la reubicación del lugar de vivienda y el cambio de actividad para la generación de ingresos, ya que algunas de estas familias viven de la actividad productiva que se desarrolla en su predio.</p>	


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	57 / 168	

Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio

SOCIAL	
Relación con el territorio	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Movilidad. Arraigo de la población con el territorio. Dinámicas comerciales actuales	Compra de predios. Demolición de viviendas. Relocalización y/o adecuación de redes de servicios interceptados. Traslado de tráfico nacional a la variante.
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Actualmente la población tiene una alta dependencia de las actividades comerciales que se desarrollan en la vía por la generación de ingresos que les representa. La comunidad utiliza constantemente el corredor nacional por ser la principal vía de movilidad y conector del sector.	Cambios en las condiciones de movilidad Traslado de población Cambios en las condiciones de habitabilidad ¹ e ingresos para aquellas personas que serán objeto de traslado. Cambios en la dinámica comercial
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos)	Casco Urbano de Aguachica (sector la 40 y sector el cruce, sector Cerro de los Chivos), veredas de la zona oriental del casco urbano.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>Calificación ambiental (CA) 5.4</i> Impacto ambiental de importancia Media	<i>Calificación ambiental (CA) -4.1</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación ambiental (CA) -1.9</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción. <i>Calificación ambiental (CA) -3.6</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la actualidad la relación con el entorno territorial es positiva, los habitantes de la zona tienen una relación fuerte debido a la tradición agraria y comercial, generando una alta dependencia económica a la población.	
En la situación con proyecto se presentarán cambios en las condiciones de la vía organizando los diferentes elementos que confluyen en el corredor (redes, accesos, comercio informal) generando cambios de manera permanente en las costumbres y formas de relación con la vía que tiene la comunidad y usuarios de la misma, por lo cual se considera un impacto de carácter medio .	

¹ Entendida como las condiciones mínimas de salud, comodidad y bienestar de una vivienda

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	58 / 168	

Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico

SOCIAL	
Afectación al patrimonio Arqueológico	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Actualmente se identifican actividades que generen expectativas en la población (los guaqueros están interesados en intervenir en la zona).	Relocalización de infraestructura y servicios interceptados Excavaciones y cortes Movimiento de tierras
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
Se puede genera impacto al crearse expectativas sobre la afectación a sitios arqueológicos	Durante los procesos de movimiento de tierras o excavaciones pueden hallarse vestigios arqueológicos.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En la variante de Aguachica	En la variante Aguachica.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<i>No aplica</i>	Calificación ambiental (CA) 3.6 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Se destaca de acuerdo a los estudios arqueológicos realizados, que es posible que se encuentren zonas sensibles o de interés arqueológico que puedan ser afectadas por el proyecto.	
Por lo anterior se considera como un impacto de carácter muy medio, pero mitigable a través de la implementación de medidas preventivas de manejo, entre ellas el desarrollo de labores de prospección, con el fin de determinar las áreas para el desarrollo de cortes arqueológicos que permitan un rescate de los sitios estratificados y labores de monitoreo en todo el trazado del proyecto, con el objeto de registrar todas las evidencias que por las condiciones ambientales y del terreno no pudieron ser detectadas previamente.	

5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS

Este numeral contiene el informe preparado por Valoración Económica Ambiental S.A.S. sobre el análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos correspondiente al retorno sur y a la variante del corredor principal del “Proyecto Vial Ruta del Sol, Sector 2: Puerto Salgar – San Roque” a su paso por el centro poblado de Aguachica (PR63+550 a PR69+100 de la Ruta 4514) en el municipio de Aguachica (Cesar) y el retorno al norte del paso vial. El tramo a licenciar se presenta en la siguiente ilustración:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

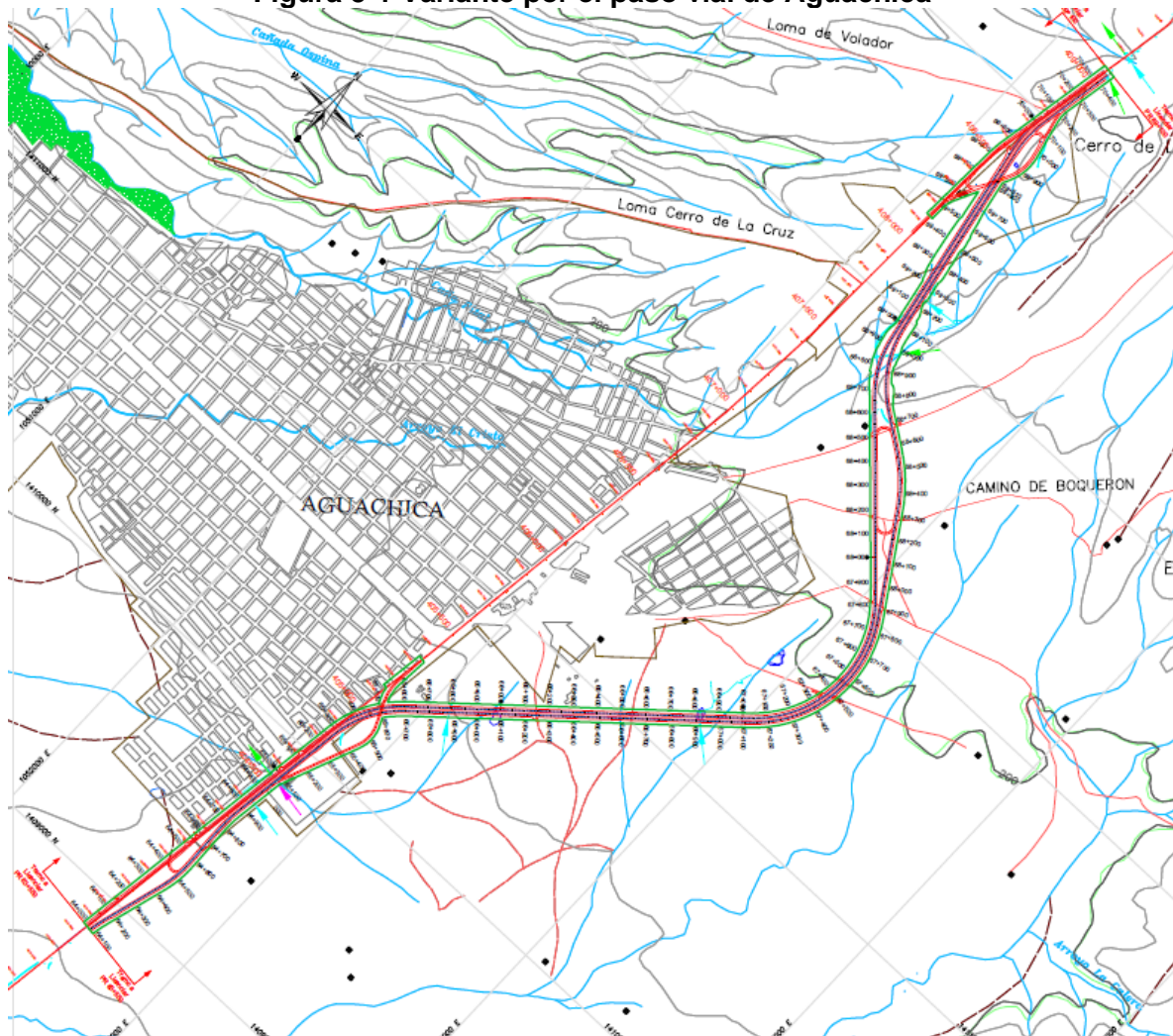
CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	59 / 168

Figura 5-1 Variante por el paso vial de Aguachica




Fuente: (Ambiotec Ltda, 2012)

El documento se enfoca al cumplimiento del numeral 6 del artículo 21 - Decreto 2820 del 2010, mediante el cual se recomienda elaborar el Estudio de Impacto Ambiental siguiendo los lineamientos contenidos en la "Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales".

La valoración económica se llevará a cabo sobre la alternativa vial aprobada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y presentada en el documento del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el centro poblado de Aguachica.

El análisis contenido en este informe sobre beneficios y costos ambientales, socioeconómicos y culturales del proyecto corresponde a un análisis que usa información primaria en el caso de los agentes socioeconómicos afectados (sector transporte,

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	60 / 168



viviendas, accidentalidad, etc.) e información secundaria de los beneficios que el proyecto traerá (tasas de reducción de accidentalidad, costos de transporte de carga por kilómetro, costos por restricción a la movilidad, etc.). La información secundaria utilizada fue documentada y analizada cuidadosamente, se trabajó con los valores de beneficios más bajos identificados en la literatura, esto convierte el cálculo de beneficios realizado en un cálculo conservador, los valores de beneficios calculados son el límite inferior de los beneficios esperados.

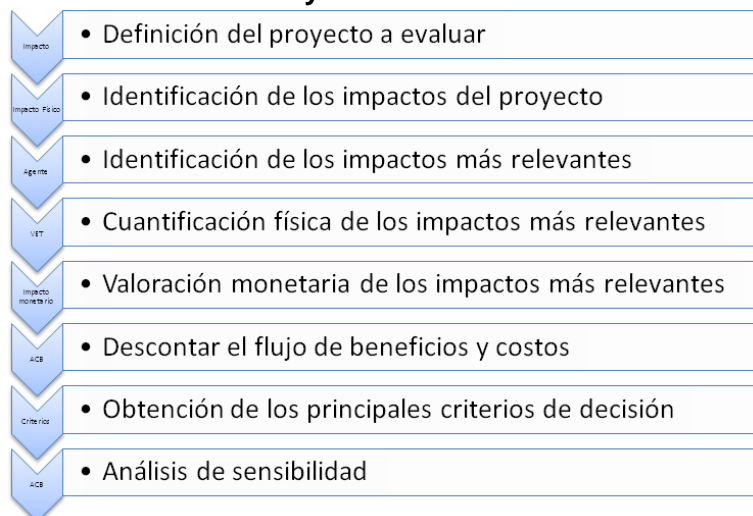
5.3.1 Metodología del Análisis Económico de Impactos.

Para el desarrollo del numeral 6 del art. 23 del Decreto 2820 de 2010 referente al “Análisis Económico de Impactos Ambientales” se siguieron las recomendaciones metodológicas y directrices contenidas en la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)”. Adicionalmente, a fin de incorporar otros documentos, normas, directrices y recomendaciones del MAVDT, se tuvieron en cuenta los siguientes:

- MAVDT (2003) “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales”.
- Decreto 2820 de 2010 “Por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
- Resolución 1503 de 2010 “Por medio de la cual se adopta la metodología para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras disposiciones.”
- Términos de referencia específicos del proyecto.

De acuerdo con los anteriores documentos, para abordar de manera ágil, sistemática y documentada el proceso de análisis económico de los impactos ambientales, se deben seguir los siguientes pasos metodológicos (tomado textualmente de la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)):

Figura 5-2 Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales – Proyecto Ruta del Sol – Tramo 2.




Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S con base en MAVDT (2010). Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	61 / 168	Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

Siguiendo la ilustración anterior, el análisis económico de impactos ambientales debe dar cabida a los siguientes pasos metodológicos:

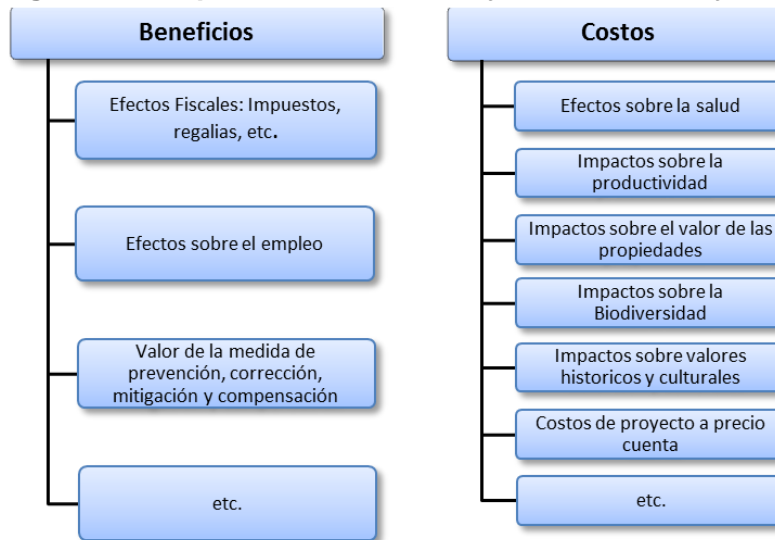
- Definición del proyecto a evaluar: esta definición realizada por el equipo de EIA en el capítulo 2 consiste en el paso inicial del análisis. Tiene por objeto una descripción general del proyecto, Ruta del Sol–Tramo 2, que incluye antecedentes, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, identificación a grandes rasgos de los beneficios y costos del proyecto, entre otros aspectos relevantes. El equipo de AE incluyó de forma complementaria a la descripción del proyecto un contexto general del proyecto dentro de la dinámica de transporte de carga y de pasajeros en el país, esta se presenta en el numeral 0. del presente documento.
- Identificación de los impactos del proyecto: esta identificación fue adelantada por el equipo de EIA, durante esta etapa, el equipo de AE interactuó con el equipo de EIA. Esta interacción permitió adelantar parte del trabajo de AE de forma paralela al trabajo de EIA.
- Identificación de los impactos relevantes: Esta constituye una etapa clave del análisis económico de impactos ambientales. Según la metodología del MAVDT, no todos los impactos ambientales incluidos en la matriz de calificación de impactos ambientales deben ser valorados económicamente. Se debe establecer cuales impactos son relevantes para el AE. Muchos de ellos, frecuentemente son mitigables y controlables. La selección de impactos relevantes se adelantó mediante un proceso de Análisis de Lógica Difusa, en el cual el equipo de AE estableció criterios económicos adicionales para la selección de impactos relevantes.
- Cuantificación física de los impactos más relevantes. Los impactos relevantes identificados producen unos cambios en el medio físico, ambiental y socioeconómico, los cuales se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles con la información recopilada por el equipo de EIA. En ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.
- Identificación de Agentes Económicos afectados: Los cambios en el medio físico y ambiental identificados, priorizados y cuantificados en el numeral anterior, producen afectaciones a los agentes económicos. Estos agentes; hogares y productores, ven impactadas, de manera positiva y/o negativa, su función de utilidad (bienestar) y de producción (o de costos) respectivamente. En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos.
- Valoración monetaria de los impactos más relevantes: esta etapa constituye la valoración económica de impactos ambientales y socioeconómicos en sí. Consiste en la cuantificación monetaria de la afectación sobre los agentes económicos. Tal afectación monetaria puede manifestarse en pérdidas o ganancias de utilidad de

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	62 / 168	

los hogares y en deterioro o mejora de la función de producción, de costos o de beneficios de los productores. Para el caso específico del Proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en el centro poblado, se recurrirá a estimaciones de las principales medidas de cambio en el bienestar con información primaria y a la técnica de transferencia de beneficios ambientales, la cual permite la transferencia de medidas de impacto de proyectos similares. Por lo anterior, el equipo de evaluación económica recopiló una serie de estudios que documentan los principales impactos económicos ambientales de proyectos de infraestructura vial. Los costos y/o beneficios identificados serán agregados para el área de influencia del proyecto (hogares, hectáreas, productores, etc.).

- Descontar el flujo de beneficios y costos: este paso consiste en la construcción del flujo anual de beneficios y costos del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en términos monetarios, de acuerdo con la siguiente guía ilustrativa:

Figura 5-3 Esquema de Beneficios y costos del Proyecto.



Fuente: MAVDT (2010). Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

- Obtención de los principales criterios de decisión: a este nivel ya se cuenta con el flujo de beneficios y costos del proyecto. Utilizando una tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Mundial- se procederá al cálculo de los indicadores del análisis costo beneficio: VPNE (Valor Presente Neto Económico) y la RBC (Relación beneficio Costo).
- Análisis de sensibilidad: finalmente, el análisis económico de impactos ambientales incluye escenarios de modelación de los criterios de decisión contenidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT) teniendo en cuenta variaciones en los valores de tasa de descuento.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	63 / 168	


La tabla siguiente describe los pasos metodológicos que adelanta el equipo de AE de una manera desagregada.

Tabla 5-29 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.

PASOS METODOLÓGICOS	ACTIVIDADES
Definición y descripción del proyecto	Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA.
Identificación de los impactos del proyecto	Reuniones de trabajo con el equipo del EIA.
	Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales.
Identificación de los Impactos Relevantes para la valoración económica	Análisis y Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios ambientales.
Cuantificación de los cambios en los flujos de bienes y servicios provocados por los impactos relevantes del proyecto	Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.
Caracterización de los Agentes Económicos afectados	Identificación de los agentes económicos afectados (hogares y productores) en el área de influencia puntual, directa e indirecta del proyecto según el análisis de EIA y de agentes por fuera de estas áreas que pudieran verse afectados positiva o negativamente de forma directa o indirecta por el desarrollo del proyecto.
	Revisión de la caracterización de los agentes económicos afectados realizada por el equipo de EIA, adición de características necesarias para la estimación del valor monetario de impactos. Caracterización de agentes económicos no caracterizados por el EIA.
Estimación de los Cambios en bienestar de los agentes económicos afectados.	Identificación de posibles metodologías de valoración a aplicar. Selección de la técnica de valoración.
	Estimación de modelo econométrico para estimaciones directas de los cambios o para la transferencia de beneficios.
	Estimación de los costos y beneficios por unidad de afectación (hogares, habitantes, hectáreas, etc.)
	Agregación de los beneficios y/o costos del proyecto teniendo en cuenta los agentes económicos identificados y caracterizados.
Descontar el flujo de beneficios y costos	Construcción del flujo de costos y beneficios del proyecto.
Obtención de los principales criterios de decisión	Calculo de los indicadores costo beneficio del proyecto (VNP, RBC, TIR, etc.) y otros indicadores propuestos.
Análisis de sensibilidad	Análisis de sensibilidad (tasa de descuento)

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2012).

Seguidamente, se detalla y describe cada una de las actividades que fueron realizadas para el análisis económico de impactos ambientales de acuerdo con la tabla anterior:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	64 / 168	

Definición y descripción del proyecto.

Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA. Tiene por objeto una descripción general del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2- en el que se incluyen aspectos relevantes relacionados con antecedentes del proyecto, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, entre otros aspectos.

Sesiones de Trabajo con el equipo del EIA

El equipo de la evaluación económica sostiene sesiones de trabajo con el equipo del EIA. En tales reuniones se discute de manera específica los impactos identificados para proyecto en todas sus fases, se trabaja sobre la matriz de identificación de impactos.

Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales.

Con base en la matriz de calificación de impactos ambientales, los equipos de EIA y AE discuten la calificación de impactos. La matriz se analiza teniendo en cuenta los impactos en los componentes Abiótico, Biótico, Paisaje y Socioeconómico durante todas las fases del proyecto.

Análisis y Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios encontrados en el análisis de ETR.

En este análisis se integran criterios económicos como el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, cantidad y características de los agentes económicos por fuera del área (geográfica y temática) de influencia del EIA, disponibilidad de información y de métodos cuantitativos validados teórica y empíricamente para medir cada cambio en los flujos de bienes y servicios. Adicionalmente, el análisis incorpora las calificaciones de cada impacto, consignadas en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2012).


Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.

Se cuantifican los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados. Esta actividad incluye, de ser posible, el cálculo del cambio en los indicadores físicos que afectan de manera relevante el flujo de bienes y servicios ambientales del área de influencia del proyecto. Los cambios en los flujos de bienes y servicios se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles a partir de la información recopilada por el equipo de EIA. Como se explicó anteriormente, en ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.

Identificación y caracterización de agentes económicos afectados (hogares y productores).

En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	65 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos. Se analizan entre otros, los siguientes agentes económicos:

- Hogares en los municipios, corregimientos y veredas en el área de influencia.
- Productores agrícolas
- Productores pecuarios
- Empresas de servicios públicos
- Viajeros
- Transportadores

Por ello, el equipo económico acopia, procesa y analiza toda la información secundaria sobre la dinámica económica y social de los agentes identificados. Para ello, se realiza la revisión de algunas de las siguientes bases de datos:

- Base de datos de catastro de los municipios en el área de influencia.
- Base de datos SISBEN
- Censo Nacional DANE
- Inventario de predios en las zonas de influencia
- Bases de datos de las autoridades ambientales con jurisdicción en la zona de influencia del proyecto
- Encuesta Anual Agropecuaria.
- Encuesta nacional de salud.
- Encuesta continua de hogares.
- Información de la resolución 166 del MEN sobre educación pública.

Se revisa la caracterización de los agentes económicos afectados, se revisa que la calidad y fuentes de la información socioeconómica como: tamaño del hogar, nivel educativo, número de hijos del hogar, tamaño familiar, tipo de vivienda, condiciones socioeconómicas, NBI, ICV, SISBEN, etc. sea adecuada y se adicionan las variables que se requieren para los cálculos económicos.

Identificación de Estrategias de Valoración. Selección de la Técnica de Valoración

Una vez identificados los agentes económicos afectados, el análisis económico continúa con la selección de una adecuada técnica de valoración ambiental para la estimación monetaria de los impactos ambientales. En esta actividad se tiene en cuenta las recomendaciones contenidas en “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales” (MAVDT, 2003). Adicionalmente, se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva relacionada con: fuentes bibliográficas nacionales e internacionales relacionadas con el tema de análisis económico de impactos ambientales, particularmente aquellos que hacen énfasis en proyectos de construcción y operación de infraestructura vial y estudios sobre la identificación y análisis de las metodologías existentes para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales.

El informe de análisis económico de impactos ambientales incluye una revisión y evaluación detallada de cada una de las técnicas de valoración ambiental frecuentemente

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	66 / 168	

usadas en Colombia y avaladas por el MAVDT. Ellas incluyen las siguientes técnicas²: análisis conjoint o análisis conjunto (AC), el método de valoración contingente (MVC), el método de los costos de viaje (TCM), el método de precios hedónicos (MPH), el método de la función de producción de salud (FPS), el enfoque de aproximación a través de una función de daño (EFD) y otras más.

Para cada una de las técnicas de valoración de costos y/o beneficios ambientales anteriormente nombradas, el equipo económico evaluó su pertinencia, relevancia y aplicabilidad, dadas las condiciones particulares de los impactos (positivos y negativos) generados por el proyecto en cuestión.

Construcción de modelo econométrico - Transferencia de beneficios

En esta actividad se revisan los asuntos empíricos y econométricos para la aplicación de la Metodología los cuales incluyen: requerimientos de información, selección de la muestra, diseño del aplicativo de captura de información, selección del modelo a estimar. Una vez se desarrollaron los pasos anteriores, se procedió a la estimación econométrica como tal. Generalmente, la aplicación de una técnica de valoración incluye corridas de modelos econométricos.

Estimación de las Medidas Marginales de Daño y/o Beneficios del Proyecto

Una vez se contó con los resultados de los modelos econométricos, estos son estandarizados y llevados a medidas comúnmente utilizadas que permitan su correcta interpretación y sirvan para la toma de decisiones. En este sentido, se calcula el costo (beneficio) marginal en términos monetarios de los impactos relevantes del proyecto.

Agregación de los Costos y/o Beneficios del Proyecto

Con base en la anterior actividad y teniendo en cuenta el número de agentes económicos afectados se realiza la agregación de los costos o beneficios directamente atribuibles al proyecto e intervención.

Construcción del Flujo de Costos y Beneficios del Proyecto a Precios Constantes


Teniendo en cuenta la vida útil del proyecto (en años), se construye el flujo de beneficios y costos del mismo. Estos son los insumos primordiales para el cálculo de los indicadores de costo efectividad y análisis costo beneficio ambiental. En él se incluyeron los impactos positivos del proyecto, impuestos, beneficios en empleo, entre otros³. Por su parte, se incluyen los costos de inversión y mantenimiento afectados por los respectivos precio cuenta y los costos ambientales (impactos negativos del proyecto) valorados en términos monetarios.

Calculo de los Indicadores Costo Beneficio del Proyecto (VNP, TIR, B/C)

La evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto se realiza empleando el indicador del valor presente neto (VPN) y mediante la relación costo beneficio, teniendo

² Para una descripción de las diferentes técnicas ver MAVDT (2003) "Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales"
http://www.minambiente.gov.co/documentos/608_guiavaloracion.pdf

³ Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	67 / 168	

en cuenta las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental y la valoración de costos y beneficios ambientales y sociales.

Valor Presente del Flujo Neto del Proyecto (VPN): este indicador corresponde al valor presente del flujo de beneficios ambientales netos que generará el proyecto durante su vida útil (principalmente las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental) y la valoración de costos y/o beneficios ambientales. En su estimación se utiliza la Tasa Social de Descuento, que representa el costo de oportunidad para la sociedad por el desarrollo del proyecto. La expresión matemática del indicador es:

$$VPN = \sum_{i=1}^n \left[\frac{B_i - C_i}{(1 + TD)^i} \right] - I_0$$

Donde:

B_i = Beneficios Económicos, en el Periodo i , que para el caso son inversiones y compensaciones ambientales del proyecto.

C_i = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo i . (los cuales surgen de la valoración económica ambiental)

TD = Tasa Social de Descuento

I_0 = Inversión (a precios cuenta de eficiencia) en el Período Cero.

N = vida útil del proyecto

Relación Beneficio / Costo Ambiental del Flujo Neto del Proyecto (RB/C): mediante este indicador se establece una relación entre el valor presente de los beneficios económicos del proyecto y el valor presente de los costos económicos de inversión y operación del proyecto.

$$RB/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1 + TD)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + TD)^i} + I_0}$$

El equipo económico calculó adicionalmente una serie de indicadores costo efectividad de gran aporte para la toma de decisiones respecto al desempeño ambiental del proyecto a lo largo de su vida útil.

Análisis de Sensibilidad (Tasa de Descuento).

Se realiza el respectivo análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos enfocándolos en cambios en la tasa de descuento.

5.3.2 Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.

Para la determinación de impactos relevantes se desarrolló un análisis de ordenamiento de los impactos utilizando un análisis de eficiencia técnica relativa y uno de lógica difusa

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	68 / 168	Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

LD que usó criterios económicos seleccionados y evaluados por el equipo de Análisis Económico, así como las calificaciones de los impactos de la evaluación ambiental desarrollada por el equipo de Análisis de Impacto Ambiental.

Mediante el análisis de ETR se ordenaron los medios que reciben los impactos y se transformaron a flujos de bienes y servicios, y mediante el análisis de LD se estableció cuáles de los medios impactados procedían como relevantes para ser valorados mediante la cuantificación monetaria.

5.3.2.1 Análisis de Lógica Difusa.

Como se explicó anteriormente, se usará el análisis de lógica difusa para establecer la relevancia de los impactos en los flujos de bienes y servicios ambientales. En este capítulo se encontrará una breve descripción teórica y la descripción operativa del uso de esta técnica. El análisis de lógica difusa permitirá incorporar criterios adicionales a los considerados en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2012). Principalmente, se incluirán criterios sobre el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, agentes por fuera del área de influencia de la EIA, niveles de pobreza de dichos agentes, existencia de documentación técnica sobre los impactos, existencia de metodologías validadas para medirlos e información disponible.

a. Motivación

La lógica difusa permite incorporar y describir los impactos ambientales difícilmente cuantificables dentro de un proceso de planeación y/o evaluación. En primera instancia, esta teoría fue introducida para capturar la incertidumbre y la vaguedad de sistemas complejos (Medaglia, et. al., 2002) y se basa en la idea de construir modelos capaces de simular la forma de pensar de expertos (González et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Otra ventaja de la lógica difusa es que permite clasificar e incorporar información de carácter no cuantificable y subjetivo (Silvert, 1997; Silvert, 2000). Por ello, esta teoría permite construir modelos donde la información relacionada con los impactos ambientales se describe a través de variables semánticas (Peche & Rodríguez, 2009).


Por otro lado, los sistemas de inferencia difusos (una herramienta de la lógica difusa) se han caracterizado por ser flexibles, no estar atados a supuestos estadísticos, ser fáciles de modificar y lograr incorporar funciones no lineales de amplia complejidad (Medina & Moreno, 2007). Por último, esta metodología también tiene la gran facilidad de integrar diferentes tipos de observaciones, lo que permite un balance entre efectos inconmensurables (i.e. sociales, ambientales y económicos) (Silvert, 2000).

b. Marco teórico

Conceptos generales de la lógica difusa

Esta sección pretende dar una descripción clara y concisa de los conceptos más relevantes para comprender el uso que se hace de la lógica difusa, dentro de la evaluación y priorización de los impactos ambientales.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	69 / 168



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

La idea central de la teoría de lógica difusa (el grado de membresía) y el concepto de los conjuntos difusos fueron introducidos por el profesor Lofti Zadeh (Zadeh, 1965). En un sentido amplio, la lógica difusa se refiere a todas las teorías y tecnologías que usan conjuntos difusos (Yen & Langari, 1999). La idea central de éstos conjuntos es representar una transición gradual de un estado a otro. En otras palabras, los conjuntos difusos son conjuntos con fronteras borrosas y una generalización de los conjuntos clásicos. Mientras en un conjunto ordinario sus elementos pertenecen o no por completo a éste, en los conjuntos difusos cada elemento tiene un grado de pertenencia (membresía) a éstos.

Un conjunto difuso A está caracterizado por una función de membresía μ_A , que asocia cada elemento del universo de discurso X al intervalo $[0, 1]$. Además, los conjuntos difusos también se asocian a variables o términos lingüísticos y por ende deben estar definidos dentro de un contexto particular, aunque éste no sea explícito. Las variables lingüísticas son una composición entre una variable numérica y una simbólica, por lo que sus diferentes valores se pueden describir tanto cualitativa como cuantitativamente, a través de la función de membresía (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, la variable lingüística “Altura” puede ser descrita cualitativamente por el valor lingüístico “Promedio” y cuantitativamente por el conjunto difuso asociado a éste. Las funciones de membresía más comúnmente usadas son la triangular, la trapezoidal, la gaussiana, la sigmoidea y la de forma de S (Yen & Langari, 1999).

Como con los conjuntos ordinarios, con los conjuntos difusos también se pueden realizar operaciones. La intersección y la unión de éstos, se realizan mediante pares de operadores conocidos como normas triangulares y co-normas triangulares. Éstas son funciones $f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$, que se definen mediante un conjunto de axiomas. Lo importante es que la selección de un operador para la intersección de conjuntos difusos define cual es el operador que se debe usar para la unión de los mismos, y viceversa (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, si se usa para la intersección el operador \min , entonces para la unión de conjuntos difusos se usa el operador \max .


Otra operación con un conjunto difuso es el complemento, que se define en términos del complemento algebraico de su función de membresía. Es decir el complemento (A^c) de un conjunto difuso A se define mediante su función de membresía como:

$$\mu_{A^c}(u) = 1 - \mu_A(u) \tag{6}$$

Sin embargo, lo anterior implica que la lógica difusa viola 2 de las leyes de la teoría de conjuntos clásica: la ley del medio excluido y la ley de contradicción (Yen & Langari, 1999). En otras palabras, para un elemento que pertenece parcialmente a un conjunto difuso también es posible pertenecer parcialmente al complemento de éste.

Sistemas de inferencia difusos

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	70 / 168

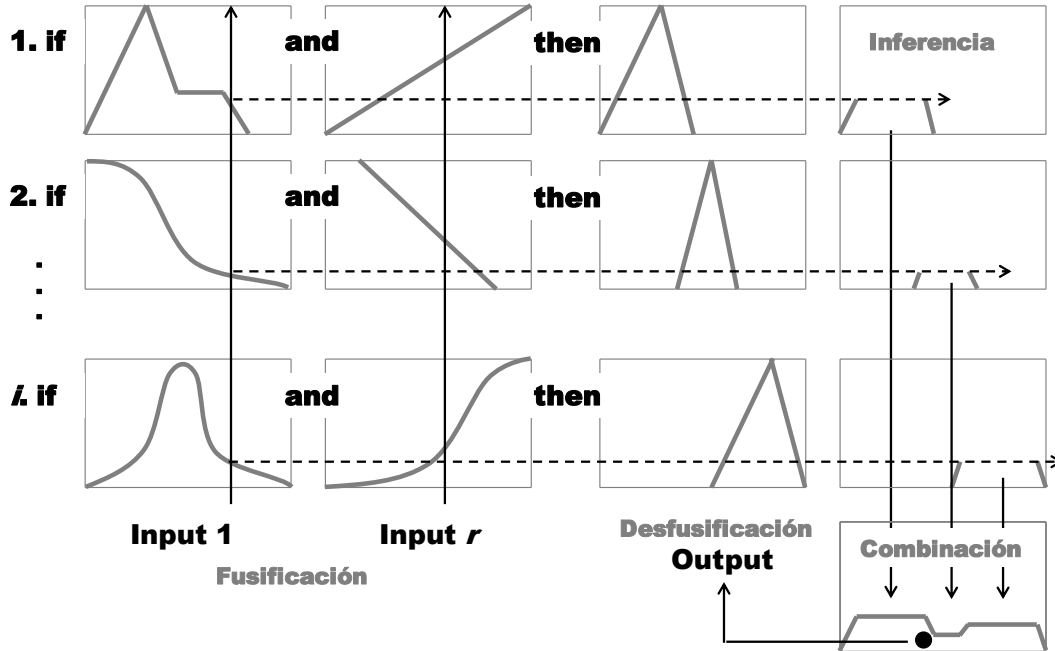


CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

Los sistemas de inferencia difusos hacen uso tanto, de las funciones de membresía y las operaciones lógicas entre conjuntos, como de las reglas Sí-Entonces. Estas reglas asocian una condición (antecedente), descrita por variables lingüísticas y conjuntos difusos, a una conclusión (consecuente). Como tal, las reglas Sí-Entonces son un esquema de representación de conocimiento, que por naturaleza es impreciso (Yen & Langari, 1999). Los sistemas de inferencia construidos con estas reglas consisten de 4 pasos (ver Figura 1):

1. *Fusificación*: Este primer paso consiste en calcular para cada dato de las variables de entrada, el grado de membresía resultante de cada categoría (González et. al, 2002).
2. *Inferencia*: Este paso consta de dos etapas. El primero es la agregación de los grados de membresía de los antecedentes con el objetivo de formar un único grado global de verdad para los antecedentes. Para esto existen diferentes operadores lógicos como y ó o (González et. al, 2002). Luego, se calcula la conclusión de la regla en base a ese grado global de verdad. Los métodos que se pueden usar son el corte de la función de membresía del consecuente o el escalamiento de ésta misma (Yen & Langari, 1999).
3. *Combinación*: Dado que para cada regla se obtiene una conclusión, es necesario combinar todos los consecuentes inferidos en uno solo (Yen & Langari, 1999). Esto se logra a través de diferentes métodos: Suma de conclusiones o el máximo de estas, entre otros (González et. al, 2002).
4. *Desfusificación*: El objetivo de este paso es convertir el resultado difuso calculado en el paso (c.) en uno no difuso. Para esto existen diferentes métodos como el mínimo, la media o el máximo de los máximos de la función de membresía. Aunque, el más común y aceptado es el método del centroide (González et. al, 2002).

Figura 5-4: Sistema de inferencia difuso (Mamdani)⁴



Dentro de los sistemas de inferencia difusos existen varios modelos. Lo más conocidos son el modelo de Mamdani y los esquemas de Takagi-Sugeno-Kang y Kosko (Yen & Langari, 1999). El modelo de Mamdani que se usa en la priorización de los impactos ambientales se diferencia de los otros esquemas, en que en éstos últimos la etapa de *combinación* se realiza a través de una suma, mientras que en el modelo de Mamdani la agregación de las conclusiones de las reglas Sí-Entonces se realiza mediante superposición (Yen & Langari, 1999).


La elección del modelo Mamdani se debe a que el presente trabajo busca modelar un sistema de decisión basado en el conocimiento de expertos donde no existen datos de variables de entrada y salida. Los modelos del tipo de Takagi-Sugeno-Kang se construyen mediante métodos adaptativos en la base que se cuenta con los datos de entrada y salida (Piegat, 2001).

El sistema de inferencia difuso Mamdani está compuesto por reglas lingüísticas indexadas en i , que describen un mapeo que va desde $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_r$ hacia W . Sean x_j las variables de entrada, A_{ij} los conjuntos difusos de éstas, y la variable de salida y C_i es el conjunto difuso de la variable de salida (Yen & Langari, 1999). Las reglas del modelo Mamdani (Piegat, 2001) son de la siguiente forma:

$$R_i: \text{Si } x_1 \text{ es } A_{i1} \wedge \dots \wedge x_r \text{ es } A_{ir} \text{ Entonces } y \text{ es } C_i \quad (7)$$

De la expresión (7) podemos observar que la etapa de agregación en el paso de *inferencia* se realiza mediante el operador y (\wedge). Esto quiere decir, que el grado de verdad global resulta del operador de intersección *min*. Luego, se cortan las funciones de

⁴ Adaptado de The MathWorks™ (2010), “Fuzzy Logic Toolbox™: User’s Guide”, p. 2-29.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	72 / 168	

membresía de los consecuentes, de forma tal que la altura final de éstos sea el grado de verdad global. Después, la *combinación* de los conjuntos difusos previamente cortados se hace mediante el operador *max* (Yen & Langari, 1999) (ver Figura 1). Finalmente, la defusificación se realiza, usando el centroide del conjunto difuso inferido, mediante la siguiente expresión:

$$y = \frac{\int \mu_c(y_i) \times y_i \, dy}{\int \mu_c(y_i) \, dy} \quad (8)$$


c. Descripción de la metodología para la priorización de los impactos ambientales a evaluar

El primer paso de la metodología consiste en definir un conjunto de impactos a priorizar. El segundo paso consiste en definir los criterios de interés para el análisis (i.e. económicos, sociales, financieros ó ambientales). Con esto es posible crear un contexto que facilite la elaboración de un índice para evaluar un determinado criterio, donde se debe asegurar que todas las variables previsible de un proyecto, en un determinado período de tiempo, sean contempladas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002).

Luego, se comienza a construir el sistema de inferencia difuso. Sea C el conjunto de criterios de decisión, indexado en J , y P el conjunto de impactos a priorizar, indexado en i . Suponiendo que sólo hay un criterio de decisión, el tercer paso de la metodología consiste en definir el conjunto de variables de entrada X y la variable de salida, que es precisamente el índice sobre el criterio j del impacto $i \in P$, A_i . Las variables de entrada deben ser relevantes al problema y su selección puede realizarse a través de técnicas basadas en datos o a través del conocimiento de expertos (Adriaenssens et. al, 2004). Por ejemplo, Campos & Mello (2006), usan variables de entrada físicas como agua, suelo y aire, y variables bióticas como flora y fauna en el desarrollo de un mecanismo de soporte de decisiones, para evaluar y pronosticar los impactos ambientales de la adaptación de una autopista.

El cuarto paso es definir los conjuntos difusos de las variables de entrada y salida, y asociar a éstos variables lingüísticas, con el objetivo de usarlas en la construcción de las reglas del sistema de inferencia difuso. Formalmente, en esta etapa para cada variable de entrada x_k se definen los conjuntos difusos A_{vk} . Por ejemplo, si la variable de entrada es el impacto sobre el recurso aire, algunos posibles conjuntos difusos descritos por los valores lingüísticos son: alto, bajo y medio. De igual forma para la variable de salida (impacto ambiental) debe definirse el conjuntos difuso B_v que será usado en la v -ésima regla de inferencia r_v .

Klir & Yuan (1995), clasifican los diferentes métodos de construcciones de las funciones de membresía en *métodos directos* e *indirectos*. En el primer tipo de métodos se espera que los expertos contesten preguntas que relacionen de forma directa distintos elementos del conjunto difuso a distintos grados de membresía, para luego ajustar una curva a los datos. Los *métodos indirectos* buscan recopilar la información a través de preguntas más sencillas, donde indirectamente se obtienen los grados de membresía para distintos elementos de los conjuntos difusos. En la ausencia de datos, lo convencional es escoger

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	73 / 168	Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

una familia de funciones de membresía, definir un soporte para éstas y calibrar los parámetros en base al conocimiento del experto (Medaglia et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la complejidad del sistema aumenta en la medida que aumenten, tanto el número de variables de entrada, como el número de conjuntos difusos definidos. Dicha complejidad es una ventaja en la medida que aumenta la capacidad del modelo para describir un sistema real, pero a la vez es una desventaja pues incrementa la cantidad de información necesaria requerida para la modelación (Piegat, 2001).

El quinto paso es la definición del conjunto de reglas, R , del sistema de inferencia difuso. El objetivo de las reglas es unir las variables de entrada a la variable de salida. Además, es en este punto donde se simula el conocimiento de los expertos (González et. al, 2002). El conjunto R se define mediante las posibles combinaciones de las variables de entrada, usando para ello las variables lingüísticas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002; Campos & Mello, 2006; Medina & Moreno, 2007). A cada combinación se le asigna un posible resultado (variables lingüísticas) de la variable de salida.

Finalmente, el sexto paso es la implementación del sistema de inferencia difuso Mamdani, haciendo uso de todos los elementos previamente desarrollados. El resultado de esta etapa es el indicador de impacto sobre el criterio de decisión, P_i .


La metodología que se propone puede extenderse para incorporar más de un solo criterio de decisión. Cuando existan más criterios, lo primero es construir el índice de cada uno de éstos para cada impacto, P_{ij} . Luego, deben agruparse dichos criterios, para formar un único índice para cada impacto, ω_i . Esto implica que la metodología propuesta tiene la capacidad para integrar criterios que incluso pueden llegar a ser inconmensurables, lo cual es un resultado directo de usar la lógica difusa (Silvert, 2000). Para agrupar los diferentes índices en uno solo, debe notarse que los índices de impacto para cada uno de éstos, pasan de ser las variables de salida a ser las variables de entrada del sistema de inferencia difuso Mamdani. Por tanto, los valores de entrada que son necesarios para desarrollar el sistema de inferencia difuso que agrupa todos los criterios son en sí mismos, los índices de cada criterio previamente calculados. Por ende, sólo sería necesario definir las reglas del sistema de inferencia, los conjuntos difusos y las variables lingüísticas del índice conjunto para cada impacto. Una vez realizado esto, se simula un segundo sistema de inferencia difuso Mamdani y el resultado final es un índice para cada impacto, ω_i , que agrupa los diferentes criterios de decisión.

d. Implementación del modelo de inferencia difuso

A continuación se presentan los modelos utilizados para la priorización de los impactos ambientales del proyecto, así como los resultados de su implementación y el análisis subsiguiente.

Definición del conjunto de impactos a priorizar

El análisis se realizó con base en la matriz de calificación de la evaluación ambiental de los impactos, teniendo en cuenta las relaciones entre las 41 actividades y los 30

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	74 / 168	

elementos impactados definidos en la matriz de evaluación de impactos del EIA. Las actividades y los elementos impactados identificados se muestran a continuación:

Tabla 5-30 Actividades definidas del EIA

Fase	Escenario	Actividad	Número Actividad
Sin proyecto	Sin proyecto	Forestal	1
Sin proyecto	Sin proyecto	Silvopastoril	2
Sin proyecto	Sin proyecto	Pecuario	3
Sin proyecto	Sin proyecto	Sin Uso	4
Sin proyecto	Sin proyecto	Agrícola	5
Sin proyecto	Sin proyecto	Minero/Hidrocarburos	6
Sin proyecto	Sin proyecto	Cuerpos de agua	7
Sin proyecto	Sin proyecto	Antrópico	8
Pre-construcción	Con proyecto	Compra de predios	9
Pre-construcción	Con proyecto	Replanteamiento Topográfico	10
Pre-construcción	Con proyecto	Contratación de personal	11
Pre-construcción	Con proyecto	Señalización y demarcación de seguridad vial	12
Pre-construcción	Con proyecto	Información a la comunidad y a las autoridades	13
Construcción	Con proyecto	Demolición de infraestructura existente y vivienda	14
Construcción	Con proyecto	Relocalización de Infraestructura y servicios interceptados	15
Construcción	Con proyecto	Descapote y remoción de vegetación (incluye talas)	16
Construcción	Con proyecto	Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	17
Construcción	Con proyecto	Excavaciones, cortes y voladuras	18
Construcción	Con proyecto	Movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación)	19
Construcción	Con proyecto	Disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME)	20
Construcción	Con proyecto	Construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca)	21
Construcción	Con proyecto	Producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido)	22
Construcción	Con proyecto	Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico	23
Construcción	Con proyecto	Poda de árboles en derecho de vía	24
Construcción	Con proyecto	Empradización	25
Construcción	Con proyecto	Pintura y señalización (definitiva)	26

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	75 / 168

Fase	Escenario	Actividad	Número Actividad
		horizontal y vertical	
Construcción	Con proyecto	Limpieza y entrega final	27
Construcción	Con proyecto	Perfilado (Conformación de taludes)	28
Construcción	Con proyecto	Conformación de ataguías en sacosuelo	29
Construcción	Con proyecto	Fundición de pilotes en concreto in situ	30
Construcción	Con proyecto	Demolición de las cabezas de los pilotes	31
Construcción	Con proyecto	Preparación de concretos para placas y fundida de estribos	32
Construcción	Con proyecto	Tensionamiento de las vigas en concreto postensado	33
Construcción	Con proyecto	Instalación de prefabricados con grúas	34
Construcción	Con proyecto	Rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes	35
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Operación normal (Tránsito en las vías y puentes)	36
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Mantenimiento de obras de arte y puentes	37
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía	38
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento	39
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Recuperación de señalización vial	40
Operación y mantenimiento	Con proyecto	Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento	41

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2011)

Tabla 5-31 Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios

Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)	1	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Aire	Alteración de la	2	Calidad	Cambio en la	1

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	76 / 168


Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
		calidad del aire (por emisión de gases)			Calidad del Aire	
Abiótico	Aire	Alteración de los niveles de ruido	3	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Suelo	Cambio de uso del suelo	4	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Generación de Inestabilidad	5	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	6	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Suelo	Generación de procesos erosivos	7	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Agua	Cambios en la calidad del agua	8	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Alteración del régimen de caudales	9	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Alteración del régimen sedimentológico	10	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Alteración de la dinámica fluvial del cauce	11	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	4
Paisaje	Paisaje	Modificación del paisaje	12	Calidad	Cambio en la Calidad del Paisaje	6
Paisaje	Paisaje	Incremento de la fragmentación de coberturas	13	Calidad	Cambio en la Calidad del Paisaje	6
Biótico	Ecosistemas	Alteración de la vegetación terrestre	14	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Afectación de la biota acuática	15	Calidad	Cambio en la Calidad de los	7

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	77 / 168

Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
					Ecosistemas	
Biótico	Ecosistemas	Alteración de la fauna	16	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación de predios	17	Cantidad	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	8
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la movilidad	18	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	19	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Economía	Demanda de mano de obra y de servicios	20	Cantidad	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	11
Socioeconómico	Economía	Productividad del sector	21	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	10
Socioeconómico	Economía	Afectación a los ingresos	22	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	10
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de riesgos de accidentes	23	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Cambio en las condiciones de salud	24	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Traslado de la población	25	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Conflicto con la comunidad	26	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de expectativas	27	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida	12

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	78 / 168	


Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios de la Sociedad	Número Flujo
Socioeconómico	Sociocultural	Relaciones sociales	28	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Relación con el territorio	29	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Afectación al patrimonio arqueológico	30	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	10

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2011)

Entre los 30 elementos impactados (o “impactos específicos” en la tabla anterior), se determinaron doce impactos en términos de flujos de bienes y servicios ambientales que comprenden elementos similares según su elemento y dos factores de interés (cantidad y calidad). La correspondencia entre los impactos específicos y los impactos en términos de flujos de bienes y servicios se presentan en la tabla anterior, mientras que a continuación se muestra una lista de los doce impactos ambientales que serán el objeto de estudio de lo que queda del documento.

Tabla 5-32 Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.

Dimensión	Elemento	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Suelo	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Agua	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	5
Paisaje	Paisaje	Calidad	Cambio en la Calidad del Paisaje	6
Biótico	Ecosistemas	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Socioeconómico	Infraestructura	Cantidad	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	8
Socioeconómico	Infraestructura	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Economía	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	10
Socioeconómico	Economía	Cantidad	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	11

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	79 / 168	

Dimensión	Elemento	Factores de Interés	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Número Flujo
Socioeconómico	Sociocultural	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12


Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012).

Definición de los criterios de decisión, las variables de entrada y de salida

El conjunto de criterios que se seleccionaron para el análisis y construcción del sistema de inferencia difuso son: el Valor Económico Total (VET), los Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis de la EIA (AE), los aspectos metodológicos relevantes para la valoración de cada impacto (M), y la significancia de cada impacto (SIG) inferida a partir de sus calificaciones en términos de Presencia, Duración, Evolución, Magnitud y Escenario (Ambiotec Ltda., 2011). El propósito de estos criterios es priorizar los impactos ambientales identificados, teniendo en cuenta factores no considerados dentro del análisis de EIA. En la siguiente tabla, se resumen los criterios de evaluación y las variables consideradas dentro de cada uno de éstos.

Tabla 5-33 Criterios y variables de entrada

Criterios	Variables de Entrada	Variables de salida
Valor Económico Total (VET)	Valores de mercado	Magnitud del VET. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Alto, Medio, Bajo.
	Valores no mercadeables	
	Valores de funciones ecológicas	
	Valores de opción	
	Valores de existencia	
Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE)	Magnitud del impacto sobre los agentes	Significancia del impacto sobre los AE. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	Vulnerabilidad de las personas afectadas	
	Tamaño de las firmas afectadas	
Metodología (M)	Referencias documentadas del efecto económico	Grado de conveniencia metodológica. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.
	Metodologías estructuradas y validadas	
	Información disponible	
Significancia (SIG)	Presencia	Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	Duración	
	Evolución	
	Magnitud	
	Escenario (Con proyecto / Sin proyecto)	
Relevancia Agregada del impacto	Magnitud del VET.	Relevancia agregada. Rango: [0,1]
	Significancia del impacto sobre los AE.	

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	80 / 168	

	Grado de conveniencia metodológica Significancia del impacto según su evaluación ambiental	
--	---	--

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

El VET se define mediante la suma de los valores de uso y los valores de no uso. Por tal motivo, este criterio de decisión tiene asociadas 6 variables de entrada. Cada una de ellas pretende analizar los cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales y por consiguiente cambios en el bienestar de los agentes económicos en el área de influencia, ya sea puntual, directa e indirecta.

Por su parte el uso de los agentes económicos (AE) no considerados dentro de las áreas de análisis de la EIA como criterio de decisión, busca reconocer a aquellos hogares y/o empresas que se ven afectadas por el proyecto a realizar y que la EIA no logra incorporar en su análisis. Por tal motivo, se identifican tres variables relevantes. La primera, magnitud del impacto sobre los agentes, mide la magnitud del impacto sobre estos agentes no considerados dentro de la EIA. La segunda variable busca revelar cualitativamente el impacto sobre la pobreza de los hogares o las personas afectadas; es decir, prioriza aquellos impactos que afectan a personas con alta vulnerabilidad. La tercera variable, el tamaño de las firmas, busca cuantificar el número de empleos que se verán afectados con el impacto. Así, se priorizaran impactos que afectan a empresas grandes, no por que las empresas sean más o menos resistentes o flexibles, sino porque son más los empleos que pueden ser afectados.

La metodología como criterio de decisión, representa la restricción técnica que existe para la valoración de impactos ambientales. Por ello, las variables de entrada de este criterio plasman la importancia de contar con metodologías estructuradas e información disponible, para la valoración de impactos con efectos económicos relevantes que han sido reportados por la literatura.

Por último, la significancia de cada impacto refleja su importancia de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el proceso de evaluación ambiental (Ambiotec Ltda., 2011). Para cada uno de estos cuatro criterios de decisión se construye un modelo de inferencia Mamdani, por lo cual hay una variable de salida para cada criterio. Dichas variables de salida, posteriormente serán usadas en una segunda fase del modelo de priorización como variables de entrada. La segunda fase del modelo, busca integrar los resultados de cada uno de los criterios.

Construcción de los conjuntos difusos

A cada una de las variables relevantes en cada sistema se les asocia tres conjuntos difusos. Estos conjuntos se definen por su valor lingüístico y su universo de discurso se define en el intervalo [0,1] (Medina & Moreno, 2007). En otras palabras, cada variable de entrada está descrita por sus conjuntos difusos. A continuación, se presentan los conjuntos difusos de las variables de salida de cada criterio. Los conjuntos difusos *Irrelevante*, *Relevante* y *Muy relevante* los comparten las variables *Significancia del impacto sobre los AE* y *Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental*.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

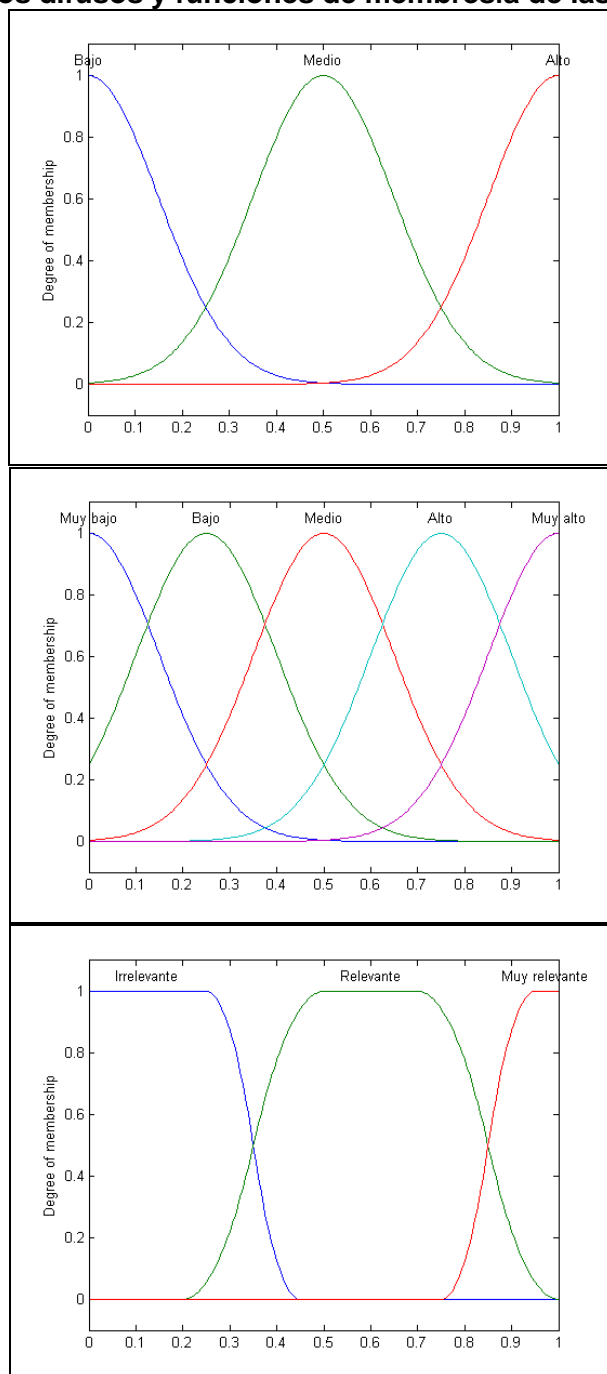
CONCESIONARIA



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	81 / 168


Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

Figura 5-5 Conjuntos difusos y funciones de membresía de las variables de salida.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Dado que los conjuntos se refieren a nociones cualitativas que no tienen un referente cuantitativo (por ejemplo, significancia) se modelaron con funciones que crecen o decrecen

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	82 / 168	

gradualmente: es decir, que primero crecen despacio, luego más rápido y por último más despacio (Sheppard, 1999). Se incluyó el conjunto difuso de *Muy relevante* para dar más peso a aquellos impactos cuya valoración resulta indispensable.

Como resultado de la *defuzificación* de cada modelo, se obtiene un valor de salida de cada variable (en el rango [0,1]). Son estos valores los que se utilizan en un modelo de inferencia adicional que estima la **relevancia agregada** de cada impacto, con base en los resultados según cada criterio. Como se verá más adelante, los conjuntos difusos de entrada del VET en este sistema de relevancia agregada no serán los mismos que los que se muestran en la gráfica anterior. Gracias al paso de defuzificación, esto no tiene incidencia en la validez del procedimiento.

Los conjuntos difusos de las variables de entrada de los cuatro criterios se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-34 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.

Criterios	Variables de Entrada	Conjuntos Difusos Asociados
Valor Económico Total (VET)	Valores de mercado	Alto, Medio, Bajo
	Valores no mercadeables	Alto, Medio, Bajo
	Valores de funciones ecológicas	Alto, Medio, Bajo
	Valores de opción	Alto, Medio, Bajo
	Valores de existencia	Alto, Medio, Bajo
	Valores de legado	Alto, Medio, Bajo
Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE)	Magnitud del impacto sobre los agentes	Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta
	Vulnerabilidad de las personas afectadas	Muy vulnerables, vulnerables, Poco vulnerables, No vulnerables.
	Tamaño de las firmas afectadas	Grandes, Medianas, Pequeñas.
Metodología (M)	Referencias documentadas del efecto económico	Alto, Medio, Bajo
	Metodologías estructuradas y validadas	Alto, Medio, Bajo
	Información disponible	Alto, Medio, Bajo
Significancia (SIG)	Presencia	No probable, Poco probable, Probable, Muy probable, Cierta.
	Duración	Muy corta, Corta, Media, Larga, Muy larga
	Evolución	Muy lenta, Media, Rápida, Muy rápida.
	Magnitud	Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta
	Escenario (Con proyecto / Sin proyecto)	Sin proyecto, Con proyecto

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



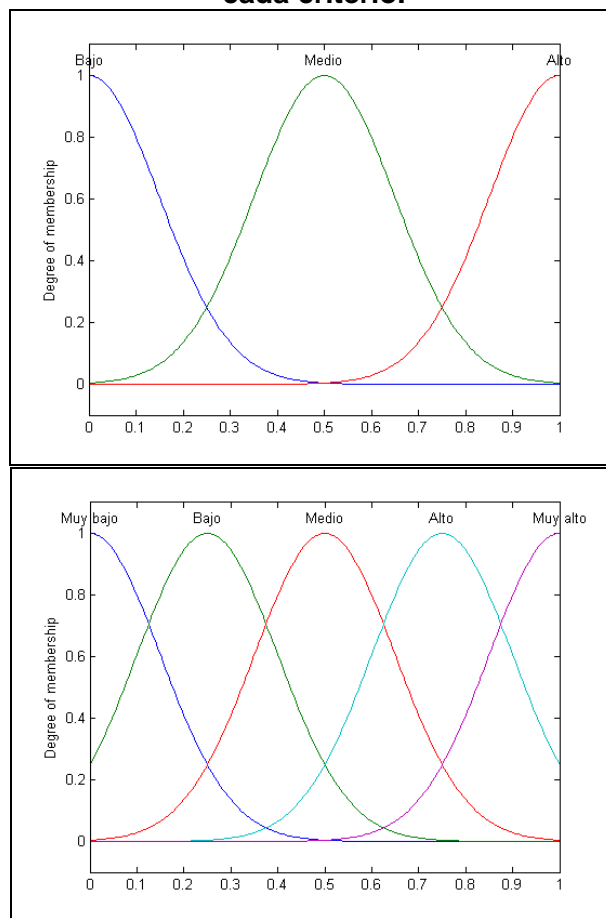
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	83 / 168

Criterios	VARIABLES DE ENTRADA	Conjuntos Difusos Asociados
Relevancia Agregada del impacto	Magnitud del VET.	Bajo, Medio, Alto.
	Significancia del impacto sobre los AE.	Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	Grado de conveniencia metodológica	Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto.
	Significancia del impacto según su evaluación ambiental	Irrelevante, Relevante, Muy relevante.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

A continuación se presentan las funciones de membresía de cada conjunto difuso de las variables de entrada de la tabla anterior.

Figura 5-6 Funciones de membresía de las variables de entrada de los modelos de cada criterio.



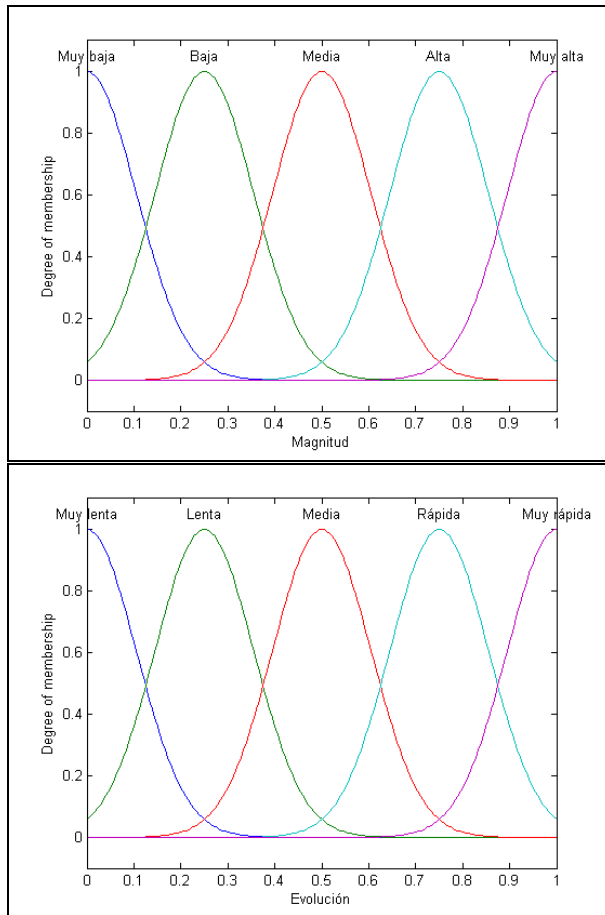
Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	84 / 168



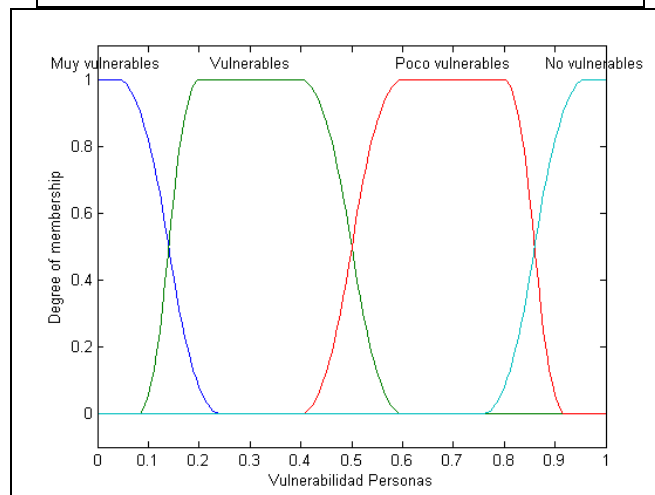
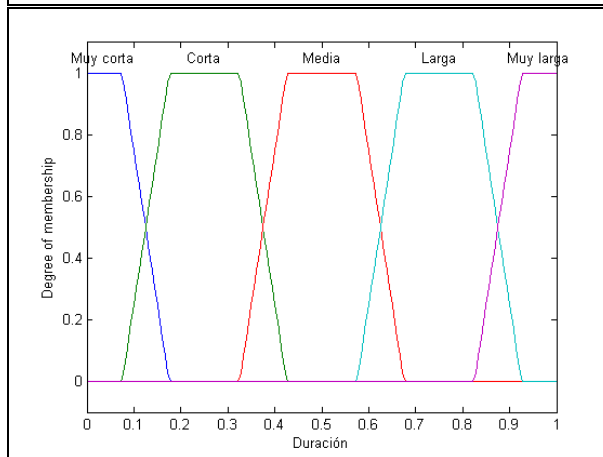
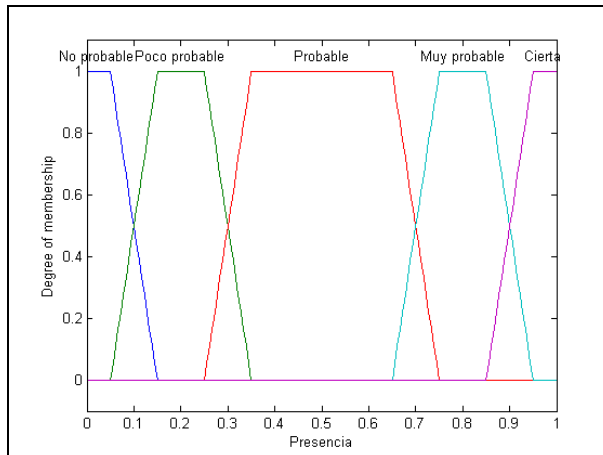
Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA




Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	85 / 168



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

La forma de cada función de membresía se diseñó a manera de reflejar de la mejor forma posible los significados semánticos de cada conjunto, siguiendo las pautas de Shepard (2005). En particular, la cantidad y los nombres de los conjuntos difusos y los límites de las funciones de membresía de las variables Presencia, Duración, Evolución y Magnitud

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	86 / 168	

se definieron acorde a la clasificación de Ambiotec Ltda. presentada en la Evaluación Ambiental y su forma se definió siguiendo a (Shepard, 2005, pp. 153,154). Los conjuntos asociados a la duración y a la presencia del impacto crecen o decrecen linealmente porque se refieren a conceptos cualitativos con un referente cuantitativo (años de duración y probabilidad de ocurrencia, respectivamente). Los conjuntos con forma de campana (gaussiana) siguen el razonamiento expuesto para los conjuntos difusos de las variables de salida de los modelos. Por último, la definición de los conjuntos difusos de la variable de entrada *vulnerabilidad personas* se definieron para dar peso a los valores de extremos (i.e. dar prioridad a los impactos que afectan personas muy vulnerables por fuera del área de estudio del EIA) y su crecimiento o decrecimiento es gradual (y no lineal) porque no existe una variable cuantitativa subyacente a la vulnerabilidad de las personas.

Descripción de las reglas de los sistemas de inferencia


Según el criterio y la naturaleza de sus variables, se diseñaron reglas distintas para cada modelo, basadas en ciertos supuestos. En esta sección se describen las reglas y los supuestos de los modelos para cada criterio. Por conveniencia, el único operador utilizado en la formulación de los modelos es el operador de conjunción (AND), utilizando la función *min* en el proceso de *inferencia* del modelo.

Para el modelo del VET, por definición del VET, tenemos que es un agregado de los diferentes valores (Valor mercadeable, no mercadeable, ecológico, etc.). Esto implica que las variables de entrada del criterio son comparables y tienen la misma importancia. Así pues, las reglas de inferencia del modelo se realizaron con una ponderación directa de sus variables de entrada. Más específicamente, se asignó un valor a cada conjunto difuso (Alto=3, Medio=2 y Bajo=1), se sumó el valor sobre las seis variables de entrada y se definió una función para convertir ese valor de nuevo a los conjuntos difusos de salida (Muy bajo, Bajo, Muy alto). Esta función de conversión – $V(X)$ – se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-35: Función de conversión, modelo VET.

Suma de valores sobre variables de entrada – X	Conjunto difuso de salida – V(X)
6	Muy bajo
7	Muy bajo
8	Bajo
9	Bajo
10	Bajo
11	Medio
12	Medio
13	Medio
14	Alto
15	Alto
16	Alto
17	Muy alto
18	Muy alto

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	87 / 168	

La construcción de las reglas sigue la siguiente sintaxis: Si la suma de los valores asignados a las variables de entrada es X, el impacto es V(X).

Las reglas del modelo del criterio Metodología siguen el mismo razonamiento. Los valores asignados a cada conjunto de las variables de entrada son también Alto=3, Medio=2 y Bajo=1. La función de conversión, se presenta a continuación:

Tabla 5-36 Función de conversión, modelo Metodología.


Suma de valores sobre variables de entrada – X	Conjunto difuso de salida – M(X)
3	Muy bajo
4	Muy bajo
5	Bajo
6	Medio
7	Alto
8	Muy alto
9	Muy alto

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Los modelos de AE y SIG se basan en supuestos diferentes y la construcción de las reglas no es tan directa. Las reglas del modelo AE, que representan los supuestos hechos sobre este criterio, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-37 Reglas de inferencia del modelo AE.

Antecedentes			Operador	Consecuente
Agentes	Personas	Tamaño		Significancia
.	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Muy alto	.	.	AND	Relevante
Muy alto	Muy vulnerables	.	AND	Muy relevante
Muy alto	.	Grande	AND	Muy relevante
Alto	Muy vulnerables	.	AND	Muy relevante
Alto	.	Grande	AND	Relevante
Alto	Vulnerables	.	AND	Relevante
Alto	No vulnerables	Pequeña	AND	Irrelevante
Medio	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Medio	Vulnerables	.	AND	Relevante
Medio	.	Grande	AND	Relevante
Medio	.	Mediana	AND	Relevante
Medio	No vulnerables	Pequeña	AND	Irrelevante
Medio	Poco vulnerables	Pequeña	AND	Relevante
Medio	No vulnerables	Mediana	AND	Relevante
Bajo	Vulnerables	.	AND	Relevante
Bajo	Poco vulnerables	.	AND	Irrelevante
Bajo	No vulnerables	.	AND	Irrelevante
Muy bajo	Muy vulnerables	.	AND	Relevante

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	88 / 168	

Antecedentes			Operador	Consecuente
Agentes	Personas	Tamaño		Significancia
Muy bajo	Vulnerables	.	AND	Relevante
Muy bajo	.	.	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Este modelo quiere simular el pensamiento de expertos, por lo que concilia supuestos que pueden ser contradictorios. Por ejemplo, se supone que si la población afectada es muy vulnerable el impacto se considera relevante, sin importar su magnitud ni el tamaño de las firmas afectadas (primera línea); pero se supone también que si la magnitud del impacto es muy baja, el impacto es irrelevante sin importar la vulnerabilidad de las personas afectadas.

Las reglas de inferencia del modelo de Significancia siguen el mismo razonamiento y se presentan en la siguiente tabla. Las interacciones de algunos de los antecedentes se basan en la fórmula para calcular la calificación ambiental de los impactos según su evaluación ambiental: a saber, $Cal = P(7 \times E \times M + 3 \times D)$. De modo que la presencia del impacto afecta su significancia de manera independiente de los otros factores. Por otro lado, con base en la definición de los factores se establece una interacción entre la duración del impacto y su evolución: si la duración del impacto es mayor a 4 años (Media, Larga o Muy larga), su rapidez de evolución (muy lenta es mayor de 24 meses) no es determinante en la significancia del impacto.

Tabla 5-38: Reglas de inferencia del modelo SIG.

Antecedentes					Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Escenario		Significancia
Cierta	.	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Cierta	Muy larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Cierta	Larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Cierta	Media	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Cierta	.	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Cierta	Muy larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Media	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Muy larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Media	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	89 / 168

Antecedentes					Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Escenario		Significancia
Cierta	Muy corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Cierta	Muy corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
.	Muy corta	Media	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
.	Muy corta	Rápida	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
.	Muy corta	Muy rápida	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
.	Corta	Rápida	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
.	Corta	Muy rápida	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Muy probable	.	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Muy probable	Muy larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Muy probable	Larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Muy probable	Media	.	Alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Muy probable	.	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Muy larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Media	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Muy larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Media	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Muy probable	Corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Muy probable	Muy corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Muy probable	Muy corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Muy larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Probable	Larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Muy relevante
Probable	Muy larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	90 / 168

Antecedentes					Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Escenario		Significancia
Probable	Larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Media	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	.	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Muy larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Media	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Muy larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Media	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Probable	Muy corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Muy corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Probable	Muy corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Muy larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Media	.	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	.	Muy rápida	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Muy larga	.	Media	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Larga	.	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Media	.	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Larga	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Media	.	Baja	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Relevante
Poco probable	Muy corta	Muy rápida	Alta	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy corta	Rápida	Alta	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
Poco probable	Muy corta	Muy rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	91 / 168

Antecedentes					Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Escenario		Significancia
Poco probable	Muy corta	Rápida	Media	Con proyecto	AND	Irrelevante
No probable	.	.	.	Con proyecto	AND	Irrelevante
No probable	Muy larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
No probable	Larga	.	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
No probable	Media	Muy rápida	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
No probable	Media	Rápida	Muy alta	Con proyecto	AND	Relevante
.	.	.	Muy alta	Sin proyecto	AND	Relevante
.	.	.	Alta	Sin proyecto	AND	Relevante
.	.	.	Media	Sin proyecto	AND	Relevante
.	Muy larga	.	Baja	Sin proyecto	AND	Relevante
.	Larga	.	Baja	Sin proyecto	AND	Relevante
.	Media	.	Baja	Sin proyecto	AND	Irrelevante
.	Corta	.	Baja	Sin proyecto	AND	Irrelevante
.	Muy corta	.	Baja	Sin proyecto	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy baja	Sin proyecto	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

El modelo de la Relevancia Agregada de cada impacto se basa en reglas muy sencillas derivadas de las definiciones de los criterios presentadas en las secciones anteriores. Estos supuestos consisten en lo siguiente:

- Los criterios de VET y SIG inciden independientemente en la relevancia o irrelevancia del impacto.
- El criterio de AE sólo incrementa la relevancia de un impacto si la población afectada es vulnerable (o muy vulnerable) o el tamaño de las firmas es grande (o medio). Esto equivale a decir que este criterio no incide en la relevancia del impacto cuando la población afectada no es vulnerable y las firmas afectadas son pequeñas.
- El criterio de metodología sólo impone restricciones a la relevancia de los impactos; es decir que sólo disminuye su relevancia cuando no se cuenta con las bases metodológicas o con la información necesaria para valorarlo.
- No hay interacción entre los criterios.

Las reglas de este modelo se presentan a continuación:

Tabla 5-39: Reglas del modelo de Relevancia Agregada.

Antecedentes				Operador	Consecuente
VET	AE	M	SIG		Relevancia Agregada
Alto	.	.	.	AND	Muy relevante

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	92 / 168

Antecedentes				Operador	Consecuente
VET	AE	M	SIG		Relevancia Agregada
Medio	.	.	.	AND	Relevante
Bajo	.	.	.	AND	Irrelevante
.	.	.	Muy relevante	AND	Muy relevante
.	.	.	Relevante	AND	Relevante
.	.	.	Irrelevante	AND	Irrelevante
.	Muy relevante	.	.	AND	Muy relevante
.	Relevante	.	.	AND	Relevante
.	.	Bajo	.	AND	Irrelevante
.	.	Muy bajo	.	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Los modelos anteriores se implementaron en el programa Matlab 7.10. A continuación se presentan los mecanismos para obtener las entradas de los modelos.

Valores de entrada para la priorización de los impactos

Para implementar estos modelos es necesario obtener los valores para cada variable de entrada. Esto se logró desarrollando un mecanismo de evaluación para cada impacto y cada variable. Para facilitar este proceso se implementó el mecanismo de evaluación en Excel. En el Anexo 1 se presenta el sistema de soporte para la toma de decisiones usado para obtener los valores de entrada del modelo Mamdani usado para la construcción del índice de impacto sobre el criterio de AE. El mecanismo de evaluación para los VET y Metodología es idéntico al presentado a continuación.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	93 / 168

Tabla 5-40: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de AE.

		Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			
		Agentes		Nivel de Pobreza / Tamaño Firmas	
No.	Impacto a Evaluar				
1	Cambio Calidad del Aire	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
2	Cambio en la Cantidad de Suelo	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
3	Cambio en la Calidad del Suelo	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
4	Cambio en la Cantidad de Agua	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
5	Cambio en la Calidad del Agua	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
6	Cambio en la Calidad del Paisaje	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	←	→	←	→
		Alto	Medio	Bajo	Alto

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Los resultados del uso de este mecanismo de evaluación se muestran en la tabla siguiente. Cada uno de los datos de estas tablas fue sugerido por el tomador de decisión usando el mecanismo de evaluación. Debe señalarse que el tomador de decisión nunca introduce un valor numérico para cada variable de entrada y cada impacto. Su decisión se basa en la configuración de los ecualizadores del sistema de soporte para la toma de decisiones, donde solamente se usan los valores lingüísticos y las calificaciones dadas a otros impactos como referencia para evaluar cada una de las variables.

Para el criterio SIG, los valores de entrada se calcularon como los promedios sobre los impactos y actividades correspondientes a cada flujo de bienes y servicios de las calificaciones otorgadas en la Evaluación ambiental. Estos valores se muestran por separado.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	94 / 168

Tabla 5-41 Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.

Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa													
		VET						Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			Metodología		
No.	Impacto	Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción	Valores de Existencia	Valores de Legado	Agentes	Vulnerabilidad Personas Afectadas	Tamaño Firmas Afectadas	Referencias Documentadas del Efecto	Metodologías Estructuradas y Validas	Información Disponible
1	Cambio Calidad del Aire	0,267	0,699	0,649	0,423	0,593	0,744	0,000	0,000	0,000	0,795	0,704	0,505
2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,106	0,076	0,011	0,438	0,237	0,392	0,000	0,000	0,000	0,509	0,589	0,113
3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,036	0,262	0,252	0,480	0,463	0,563	0,000	0,000	0,000	0,534	0,589	0,181
4	Cambio en la Cantidad de Agua	0,208	0,016	0,252	0,558	0,322	0,503	0,000	0,000	0,000	0,533	0,704	0,503
5	Cambio en la Calidad del Agua	0,247	0,151	0,403	0,634	0,573	0,674	0,000	0,000	0,000	0,709	0,714	0,157
6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,026	0,493	0,000	0,674	0,614	0,749	0,000	0,000	0,000	0,082	0,428	0,368
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,222	0,000	0,313	0,669	0,865	0,764	0,000	0,000	0,000	0,452	0,427	0,508
8	Cambio en la Cantidad de	0,334	0,051	0,026	0,186	0,036	0,066	0,106	0,495	0,000	0,617	0,729	0,322

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	95 / 168

Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa

		VET						Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI			Metodología		
	Infraestructura												
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,186	0,317	0,181	0,176	0,162	0,166	0,482	0,500	0,489	0,839	0,735	0,443
10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,639	0,317	0,000	0,186	0,176	0,257	0,000	0,000	0,000	0,292	0,744	0,614
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,568	0,000	0,000	0,196	0,166	0,282	0,000	0,000	0,000	0,608	0,744	0,589
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,267	0,638	0,106	0,191	0,171	0,302	0,016	0,000	0,000	0,277	0,518	0,196

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	96 / 168	

Tabla 5-42: Valores de entrada de las variables del modelo SIG.

Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa						
		Significancia según Evaluación Ambiental				
No.	Impacto	Presencia	Duración	Evolución	Magnitud	Escenario
1	Cambio Calidad del Aire	0,818	0,308	0,803	0,355	0,887
2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,750	0,336	0,679	0,400	0,643
3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,664	0,382	0,709	0,418	0,818
4	Cambio en la Cantidad de Agua	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Cambio en la Calidad del Agua	0,180	0,310	0,735	0,425	0,850
6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,849	0,789	0,931	0,754	0,829
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,952	0,758	0,891	0,873	0,727
8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,480	0,560	0,820	0,380	1,000
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,644	0,294	0,989	0,544	0,944
10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,667	0,540	0,973	0,573	0,733
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,740	0,440	1,000	0,540	0,867
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,560	0,442	0,980	0,502	0,820


Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

A continuación, se presentan las razones por las cuales cada elemento de las tablas anteriores obtuvo su respectiva calificación. Se especificará la clase de cada impacto con los signos + ó – entre paréntesis.

Como ya se vio, el criterio del *Valor Económico Total (VET)* divide el valor económico del recurso en seis tipos de valor para caracterizar mejor cada uno de los impactos, según lo expuesto en MAVDT (2003). El criterio de los *agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA (AE)* hace referencia a las personas afectadas de alguna forma por el proyecto y que están por fuera de su zona de influencia, es decir, por fuera de la zona geográfica del EIA. Por último, el criterio de *metodología (M)* se refiere a la posibilidad técnica de valorar económicamente cada impacto, posibilidad en cuanto a la disponibilidad de la información necesaria, de casos referenciados y a la existencia de metodologías validadas y robustas.

Valores de mercado

Para el componente *Valores de Mercado*, la calificación del cambio en la cantidad de suelo corresponde al cambio en valores de mercado generado por el cambio en el uso de

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	97 / 168	Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

los predios (-). Dado que los predios por los que pasará la variante constituyen una pequeña parte de fincas dedicadas a actividades agropecuarias extensivas, se considera un impacto entre medio y bajo.

La calificación del cambio en la cantidad de infraestructura corresponde al impacto monetario de la afectación de predios por parte de la concesionaria y se considera media-baja (-). El cambio en la calidad de la infraestructura corresponde al incremento en los valores de mercado de los predios en el centro poblado como resultado de la construcción de la variante (+); este elemento obtiene, pues, una calificación media-baja. Nótese que este impacto no incluye la valorización de los predios como resultado de la mejora general de las condiciones de la vía de todo el proyecto Ruta del Sol Sector 2 (ver Ambiotec Ltda, 2010), sino sólo el incremento debido a la construcción de la variante.

La calificación de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural representa la pérdida en ingresos de los establecimientos que atienden a usuarios de la vía (monta llantas, restaurantes, etc.) (-). Esta reducción de ingresos, a su vez, genera cambios en la calidad de vida de la sociedad (-). Estos dos impactos obtienen calificaciones de medio-alto y medio-bajo respectivamente. La calificación del cambio en la demanda de mano de obra y de servicios sigue el razonamiento anterior y se califica como medio pues parte de los empleos que desaparezcan en los establecimientos actuales serán reemplazados por puestos en la Concesionaria Ruta del Sol (+/-).


Dado que el terreno es plano, el riesgo de erosión en el terreno es muy bajo (Ambiotec Ltda., 2011), por lo que el valor del cambio en la calidad del suelo se califica como muy bajo; al igual que los cambios en la calidad del agua y del paisaje, por no representar valores mercadeables. La calificación del impacto del proyecto sobre la cantidad del agua corresponde a los beneficios por transferencias locales por el uso del agua (+), al igual que la calificación de los cambios en la calidad de los ecosistemas y en la calidad del aire por transferencias locales por aprovechamiento forestal y por servicios ambientales del bosque (+). Obtienen calificación entre media y baja.

Valores de uso no mercadeables

Según el MAVDT (2003), el valor de uso *no mercadeable* se refiere al valor de actividades de subsistencia, recreación, investigación asociadas al recurso natural o ambiental y que no generan beneficios comerciales en sí mismas.

Con esto en mente, la calificación del cambio en la calidad del aire se refiere al cambio en el valor de uso del aire (cambios en ruido, contaminación, etc.) de los habitantes del área de influencia del proyecto como resultado del incremento del flujo vehicular por el corredor vial y del desvío del mismo del interior del centro poblado (+/-). La calificación de este elemento es media-alta.

Los cambios en la cantidad y la calidad del suelo corresponden a los cambios producidos por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de residuos y materiales sobrantes (-). Teniendo en cuenta la extensión de las fuentes de materiales y las ZODMES, así como las medidas de prevención contempladas en la actividad *limpieza*

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	98 / 168	

y *entrega final del proyecto*, estos elementos obtienen calificaciones baja y media-baja, respectivamente. El cambio en la calidad del agua corresponde a la posible contaminación por vertimiento de residuos en la construcción de los puentes y demás obras de arte del proyecto (-). Como el valor de uso no mercadeable del agua en los ríos susceptibles de contaminación no es alto y se tienen medidas de prevención incluidas en el plan de manejo ambiental y en el plan de inversión del 1% (Concesionaria Ruta del Sol, S.A.S.), este elemento obtiene una calificación baja.

La calificación del cambio en la calidad del paisaje se refiere a su valor de uso directo tanto por los usuarios de la vía como por los habitantes del área de influencia de la variante y es media (+).


La calificación de los cambios en los ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural y en la calidad de la infraestructura se refieren al aumento de la productividad de las empresas a nivel nacional, resultado de la reducción del tiempo de viaje al utilizar la variante (+), y el aumento en el tiempo de viaje durante la construcción de la misma (-). Dada la naturaleza indirecta de este impacto, su calificación está entre media y baja. La calificación del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere a la reducción de la accidentalidad en el interior de los centros poblados, a una mayor facilidad para atravesar la vía al interior de los centros poblados y a una mayor dificultad para atravesar la carretera en el resto de su extensión (+/-). También comprende una posible reducción en la accidentalidad como resultado de una mejor señalización y un mejor estado de la vía, pero un aumento debido al incremento de la velocidad promedio de los vehículos (+/-). Este impacto se califica como medio. Por último, dada la definición de los valores de uso no mercadeables, el resto de impactos obtienen la calificación mínima.

Valores de funciones ecológicas

Los *valores de funciones ecológicas* de los recursos afectados se refieren al papel que juega el recurso en el ecosistema y al grado en el que se ve afectado como resultado de la intervención.

Así las cosas, el cambio en la calidad del aire como resultado del aumento en el flujo vehicular por el corredor vial (-) se califica entre medio y alto. El cambio en la calidad del suelo obtiene una calificación media-baja debido a los cambios generados por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de materiales sobrantes de excavación (-). Los cambios en la cantidad y en la calidad del agua obtienen calificaciones media-baja y media. El primero, debido al uso del recurso hídrico durante la construcción del proyecto (-); el segundo, debido al riesgo de contaminación en la construcción de puentes y demás obras de arte (-). La calificación de ambos elementos tiene en cuenta las medidas contempladas en el plan de inversión del 1% del proyecto (Concesionaria Ruta del Sol S.A.S.).

La calificación del cambio en la calidad de los ecosistemas contempla el impacto sobre el equilibrio ambiental de la tala, el descapote y la remoción de vegetación para la construcción del proyecto (-), y está entre media y baja, debido a la extensión del proyecto y a las medidas de compensación en el plan de manejo ambiental y a las labores de

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	99 / 168	Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2

empradizado contempladas en el proyecto. La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura contempla el impacto ecológico del cambio en el uso del suelo de los predios afectados para la construcción del proyecto (-). Esta calificación es media-baja. El valor de función ecológica del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere al impacto del aumento de la contaminación y las emisiones de CO₂ en la atmósfera como resultado del aumento del flujo vehicular por el corredor vial (-). Dado que el impacto no es directo y que el aporte de CO₂ del aumento esperado en el flujo vehicular es pequeño a nivel global, la calificación es baja.

Por último, dada la definición de los valores de funciones ecológicas, los demás impactos obtienen la calificación mínima.

Valores de opción

Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de opción* de un recurso natural o ambiental se define como “el valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro y no emplearlo hoy”.

Así pues, el proyecto impone restricciones sobre los usos futuros de los predios afectados y su derecho de vía (-), sobre las fuentes de materiales de construcción y las ZODMES (-), sobre la calidad actual del aire en el área de influencia del proyecto (-) y sobre el recurso hídrico utilizado durante la fase de construcción del proyecto (-). Las calificaciones asignadas varían de acuerdo a la magnitud de la restricción impuesta por cada impacto.

Valores de existencia


Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de existencia* de un recurso natural o ambiental se refiere al “valor intrínseco” del recurso, es decir, al beneficio que su existencia implica para la sociedad.

De manera que el impacto más importante considerado bajo esta perspectiva es el cambio en la calidad de los ecosistemas y su calificación se refiere al impacto ecológico de la tala de los árboles durante la construcción del corredor vial, en cuanto afecta el equilibrio de los ecosistemas del área de influencia del proyecto y contribuye al efecto invernadero (-). Le siguen los cambios en la calidad del aire (-), en la calidad del paisaje (+), en la calidad del agua (-) y en la calidad del suelo (-) por su influencia sobre el equilibrio ecológico de la región. Los impactos sobre la cantidad de agua (-) y la cantidad de suelo (-) se consideran de menor importancia por las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el proyecto.

La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura es baja en cuanto considera el valor del uso actual del corredor vial con respecto al uso futuro (+). Las calificaciones de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural (-), en la demanda de mano de obra y de servicios (+/-) y en la calidad de vida (+/-) siguen el mismo razonamiento.

Valores de legado

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	100 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

El *valor de legado* de un recurso natural o ambiental se refiere, según el MAVDT (2003) al valor que le asignan los individuos para que puedan ser utilizados por generaciones futuras.

Así las cosas, los impactos más importantes según su valor de legado son los cambios en la calidad del aire (-), del agua (-), del paisaje (+) y de los ecosistemas (-), seguidos por la cantidad del agua (-) y la cantidad y calidad del suelo (+/-). Los valores de legado de los demás impactos no guardan una relación directa con el corredor vial y obtienen, por lo tanto, calificaciones menores.

Agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA

Los agentes económicos afectados por el proyecto por fuera del área geográfica del EIA son principalmente todos los usuarios de la Ruta del Sol y todos los beneficiarios del ahorro en tiempo de viaje al transitar por la variante (empresas de transporte de pasajeros, mercancías, etc.).

Los impactos correspondientes son los cambios en la calidad y cantidad de infraestructura (+); obteniendo una calificación baja. La variable *agentes* mide el efecto absoluto del impacto sobre los agentes identificados, mientras que las variables *vulnerabilidad de las personas afectadas* y *tamaño de las firmas afectadas* mide la vulnerabilidad de esos agentes y el número de empleos, respectivamente, afectados por los impactos correspondientes. Las calificaciones otorgadas siguen este razonamiento.

Referencias documentadas del efecto

En cuanto al criterio de *metodología*, dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, los efectos de cada impacto están referenciados a nivel global o nacional. Por esta razón, en la variable *referencias documentadas del efecto*, los impactos sobre el medio abiótico obtienen calificaciones entre medio y alto. La variación entre uno y otro se debió al conocimiento del equipo de trabajo sobre cada impacto y su literatura correspondiente. Los demás impactos obtienen calificaciones entre media y baja, según la existencia de referencias de cada efecto.


Metodologías estructuradas y válidas

Dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, se han desarrollado *metodologías estructuradas y válidas* para la valoración de los efectos de cada impacto. Se distinguen por tener metodologías menos estructuradas los cambios en la calidad de vida de la sociedad y en la calidad del suelo, del paisaje y de los ecosistemas.

Información disponible

Para la valoración del efecto del cambio en la cantidad de infraestructura, que se refiere a la afectación de predios, disponemos de estimativos de la información necesaria (precios

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	101 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

de los predios, valor de la compensación, precio promedio por hectárea en la zona, etc.), por lo que su calificación es muy media-baja.

En lo que se refiere a la calidad los factores abióticos y bióticos, es decir, los efectos de cambios en el suelo, el agua, el aire y los ecosistemas, únicamente se tiene información sobre su estado antes del proyecto. Para la valoración de los efectos sobre estos factores, se necesita información de su estado durante la construcción del proyecto y una vez finalizado y en operación (por lo general, se requiere también un seguimiento de varios años para que los efectos sean detectados). Por esta razón, sus calificaciones son similares y están entre medio y bajo. En cuanto a los cambios en la cantidad de agua, suelo y a la calidad de los ecosistemas sí se tiene estimativos del uso que se hará de los recursos naturales durante el proyecto, por lo que obtienen calificación media.

Los *cambios en la calidad de la infraestructura* incluyen la afectación a la movilidad y a las redes de servicios. Sólo se tienen estimativos a priori de las variables relevantes para medir cambios en movilidad y servicios. Dado que para una valoración más precisa del impacto de la afectación de la movilidad se necesitan datos a posteriori, la calificación de este componente es media-baja.

Para determinar el efecto de los *cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural*, se tiene información sobre los ingresos actuales de la población afectada, pero sólo se puede tener un estimado de los empleos que ofrecerá la concesionaria y su salario respectivo, así como del número de empleos que se perderán al desviar el tráfico de los centros poblados. Por esta razón, su calificación es media. Siguiendo el mismo razonamiento, el *cambio de la demanda de mano de obra y de servicios* obtiene una calificación similar.

Por último, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* incluye la accidentalidad y las condiciones de salud de la población. Para valorar el efecto sobre estos aspectos, sólo se cuenta con información a nivel municipal que podría no ser adecuada. Por otro lado, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* también incluye aspectos como las relaciones sociales o con el territorio, sobre los que se tiene muy poca información. Con base en lo anterior, su calificación es muy baja.

A continuación se presentan los resultados del modelo de inferencia de lógica difusa.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	102 / 168


Resultados del modelo de inferencia Mamdani

La Tabla muestra los resultados de cada uno de los sistemas de inferencia desarrollados para cada uno de los criterios. Todos los modelos Mamdani usados se implementaron en Matlab® (The MathWorks™, 2010), de forma tal que sólo introduciendo los datos de entrada calculados con el mecanismo de evaluación se obtienen todos los resultados.

Tabla 5-43: Resultados de implementación de modelos.

Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales						
No.	Impacto	VET	Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EIA	Metodología	Significancia	Relevancia Agregada
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,4905	0,4279	0,4991	0,9049	0,6051
1	Cambio Calidad del Aire	0,5408	0,4279	0,6574	0,4026	0,5740
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,2891	0,4279	0,5804	0,6009	0,5643
10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,3486	0,4279	0,5320	0,6067	0,5610
8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,2148	0,4437	0,5342	0,4593	0,5198
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3380	0,4290	0,3478	0,5873	0,4492
3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,4135	0,4279	0,3209	0,4737	0,4383
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,2721	0,6010	0,6656	0,2738	0,4307
2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,2976	0,4279	0,2833	0,4980	0,4303
6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,4088	0,4279	0,2766	0,6707	0,4294
5	Cambio en la Calidad del Agua	0,4166	0,4279	0,4039	0,1901	0,4203
4	Cambio en la Cantidad de Agua	0,3765	0,4279	0,5356	0,1749	0,4203

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	103 / 168	

Cada una de las columnas en la tabla anterior corresponde a la implementación de un modelo respectivo. Tal y como se había mencionado, el output de los modelos es un escalar entre cero y uno, y no una combinación de conjuntos difusos. La columna de Relevancia Agregada es la que indica, en definitiva, la relevancia de cada impacto del proyecto. Para determinar los impactos relevantes, definimos un límite de 0,5 para el índice de relevancia agregada de la tabla anterior, obteniendo la siguiente caracterización.

Tabla 5-44: Impactos relevantes para valoración.

Número Flujo	Impacto según Flujos de Bienes y Servicios	Relevancia
1	Cambio en la Calidad del Aire	Relevante
2	Cambio en la Cantidad del Suelo	No relevante
3	Cambio en la Calidad del Suelo	No relevante
4	Cambio en la Cantidad del Agua	No relevante
5	Cambio en la Calidad del Agua	No relevante
6	Cambio en la Calidad del Paisaje	No relevante
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Relevante
8	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	Relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	No relevante
10	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	Relevante
11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	Relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	No relevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

La manera en que se valorará cada impacto se presentará en las siguientes secciones, según sea necesario.

OTROS IMPACTOS SOBRE AGENTES ECONÓMICOS POR FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL EIA.

La valoración económica de impactos ambientales y económicos en ocasión aborda agentes socioeconómicos que se ubican geográficamente fuera de las áreas de influencia del estudio de EIA del proyecto, o en campos socioeconómicos que tampoco son objeto del EIA. Lo anterior por cuanto los beneficios y los costos ambientales y socioeconómicos del proyecto se ven reflejados sobre estos agentes, y en capos de estudio diferentes a los del EIA. En consecuencia y dada la magnitud del proyecto es importante presentar un contexto nacional del mismo.

Se cuantificarán principalmente dos tipos de impactos socioeconómicos, los impactos sobre los tiempos de desplazamiento por el corredor vial, el confort del desplazamiento y la accidentalidad; y los impactos sobre el valor de la propiedad de finca raíz por fuera del área de influencia directa del EIA.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	104 / 168	

En los siguientes numerales se muestran algunas cifras sobre el transporte de carga y pasajeros en el país y en el corredor vial del proyecto. Así mismo se presenta un análisis de la propiedad de finca raíz y sus usos residenciales y comerciales o productivos.

a. Transporte De Carga.

El transporte de carga se ha aumentado de manera considerable en el país comparando la mitad de la década pasada con la mitad de la presente, donde podemos observar que en 11 años se ha aumentado el número de toneladas transportada en un 69.3%.


Tabla 5-45. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)

AÑO	MILES DE TONELADAS	DE VARIACIÓN (%)
1994	82,483	-
1995	86,742	5,16
1996	71,168	-17,95
1997	89,399	25,62
1998	84,35	-5,65
1999	77,674	-7,91
2000	73,034	-5,97
2001	100,284	37,31
2002	84,018	-16,22
2003	99,782	18,76
2004	117,597	17,85
2005	139,725	18,82

Fuente: Dirección de Transporte y Transito (Ministerio de Transporte)

Dentro de las regiones que sacan sus productos y utilizan la Ruta del Sol prioritariamente encontramos a Bogotá que, para el 2003, generaba el 10.01% de la carga del País. Santander y Boyacá, juntos producían para el mismo año el 10.22%, siendo estas regiones las más representativas en el área Andina. Sin embargo, así como la ruta es vital para la salida de productos, es igualmente importante para la entrada. En este sentido para el 2003, Bogotá es el mayor receptor de carga del país, la cual representa el 17.33%. Entre los departamentos del Caribe, que van a tener como su principal vertiente al interior del país, Atlántico, Bolívar y Magdalena representan en movimiento de carga el 7.04%, 6.02% y 3.9%, respectivamente. La carga que se mueve hacia el interior del país, no sólo está concentrada en Bogotá, sino también en Santander y Norte de Santander, que juntos reciben el 9.34% de la carga que se movía en el país en el 2003.

Dentro de las empresas de transporte de carga conformadas en el país en el 2003 que sumaban 1198, el mayor porcentaje está en Cundinamarca, representando el 40.98%. Boyacá, Santander y Norte de Santander juntos suman el 12.69% de éstas empresas en el mismo año, mientras que en Atlántico se encuentra el 6.07%. Es decir, que la mayoría de los gremios utilizará la Ruta del Sol permanentemente (Ministerio de Transporte, 2005).

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	105 / 168	

En general, existe una marcada afluencia de vehículos de carga que representa cerca del 67% del flujo vehicular del corredor vial Ruta del Sol. Esto evidencia la importancia de la vía tanto para el comercio exterior, como para el flujo de productos y mercancías del mercado nacional. Por tanto, la Ruta del Sol es un conector natural del centro del país con los puertos de la costa Atlántica (DNP, 2009).

Las siguientes tablas resumen en concreto por año el transporte de carga terrestre y el porcentaje que éste representa de la carga total nacional.

Tabla 5-46. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas)

Año	Carretero	Férreo 2			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
	1	Concesiones (sin incluir carbón)	Carbón	Total	3	4	5	(1+2+3+4+5)
94	82.483	812	12.833	13.645	2.890	140	3.700	102.858
95	86.742	882	13.734	14.616	2.634	140	4.000	108.132
96	71.168	981	15.354	16.335	3.062	142	4.324	95.031
97	89.399	836	16.370	17.206	2.755	139	3.997	113.496
98	84.350	779	21.842	22.621	3.049	119	4.009	114.148
99	77.674	367	25.035	25.402	3.735	134	1.385	108.330
00	73.034	0	31.170	31.170	3.802	100	797	108.903
01	100.284	0	33.457	33.457	3.069	104	720	137.634
02	84.018	0	31.032	31.032	3.480	122	532	119.184
03	99.782	37	42.744	42.781	3.725	132	928	147.348
04	117.597	317	45.865	46.181	4.211	129	588	168.706
05	139.725	308	48.919	49.227	4.863	135	400	194.350
06*	ND	314	49.394	49.708	4.219	138	509	NA
07*	ND	375	52.829	53.204	4.294	137	454	NA
08*	ND	236	58.236	58.472	4.574	123	372	NA

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual de la carga en toneladas por año.

Tabla 5-47: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.

Año	Carretero	Férreo			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
		Concesiones (sin incluir carbón)	Carbón	Total				
94	80,2	0,8	12,5	13,3	2,8	0,1	3,6	100
95	80,2	0,8	12,7	13,5	2,4	0,1	3,7	100
96	74,9	1,0	16,2	17,2	3,2	0,1	4,6	100
97	78,8	0,7	14,4	15,2	2,4	0,1	3,5	100
98	73,9	0,7	19,1	19,8	2,7	0,1	3,5	100

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	106 / 168

Año	Carretero	Férreo			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
99	71,7	0,3	23,1	23,4	3,4	0,1	1,3	100
00	67,1	0,0	28,6	28,6	3,5	0,1	0,7	100
01	72,9	0,0	24,3	24,3	2,2	0,1	0,5	100
02	70,5	0,0	26,0	26,0	2,9	0,1	0,4	100
03	67,7	0,0	29,0	29,0	2,5	0,1	0,6	100
04	69,7	0,2	27,2	27,4	2,5	0,1	0,3	100
05	71,9	0,2	25,2	25,3	2,5	0,1	0,2	100
06	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
07	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
08	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).


La importancia del transporte de carga por tierra se puede sustentar en las estadísticas observadas en las tablas. La segunda muestra en porcentaje las cifras que se observan en la primera, donde se evidencia que hasta el 2005, año hasta el cual se tiene información disponible, el porcentaje de la carga transportada por carretera en ningún momento representa menos del 70% de la carga nacional anual.

b. Transporte Pasajeros.

Dentro de las empresas de cubrimiento Nacional, para el 2003, la mayoría se encontraban en Cundinamarca, representando el 14.93% del total de empresas, que eran 891 para la época. Otros departamentos que son potenciales usuarios de la ruta del Sol que tiene un número importante de empresas de transporte de pasajeros son Bolívar, Atlántico, Santander y Norte de Santander con el 3.7%, 2.92%, 3.05% y 2.02% respectivamente (Ministerio de Transporte, 2005).

Tabla 5-48. Movimiento de Pasajeros.

Año	Pasajeros Nacionales							
	Carretera	Vía Aérea			TOTAL	Fluvial	Marítimo	Ferroviario
Aerotaxis Regional		y	Empresas Regulares					
94	ND	581.541		7.420.065	8.001.606	2.334.373	ND	ND
95	94.161.337	559.672		8.062.765	8.622.437	2.448.764	33.854	58.328
96	95.742.237	696.725		8.294.040	8.990.765	3.118.362	88.714	256.879
97	98.911.215	680.212		8.077.000	8.757.212	2.084.014	153.557	232.330
98	100.364.439	625.365		7.950.308	8.575.673	2.843.661	169.639	203.553
99	94.654.074	605.423		7.613.231	8.218.654	2.820.783	178.586	160.130
00	98.448.963	684.719		7.466.331	8.151.050	2.980.213	172.390	50.215
01	99.009.731	646.167		7.559.898	8.206.065	3.026.826	170.912	54.916
02	99.570.498	630.243		7.731.586	8.361.829	3.329.199	85.880	36.695
03	120.201.516	547.842		7.439.107	7.986.949	4.148.706	ND	17.363
04	128.893.186	483.467		7.690.762	8.174.229	3.531.395	38.946	49.400
05	156.568.326	533.883		7.756.875	8.290.758	3.789.419	40.012	126.219
06	164.118.093	537.124		8.342.928	8.880.052	3.572.263	42.235	153.470

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	107 / 168	

Año	Pasajeros Nacionales							
	Carretera	Vía Aérea			TOTAL	Fluvial	Marítimo	Ferroviario
Aerotaxis Regional		y	Empresas Regulares					
07	172.127.092	536.144		8.771.998	9.308.142	3.297.786	108.892	181.390
08 *	173.406.200	574.975		8.984.165	9.559.140	3.543.441	253.000	250.798

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

El transporte de pasajeros, como se observa en la tabla, tiene también su mayor flujo por la vía terrestre, donde en ninguno de los años, dicho medio representa menos del 88% del total de viajeros movilizados al interior del país.

c. Transporte Particular.


Hemos visto la importancia de las vías terrestres por el alto número de pasajeros que se transportan por este medio comparado con las alternativas. Sin embargo, tenemos que observar los otros usuarios de las carreteras que son los vehículos de transporte particular. Así pues, en la

Tabla **5-49** se tiene el conteo manual que se hizo de los distintos vehículos que transitaron por las carreteras del país en los respectivos años discriminando en tres grupos, A (Autos particulares), B (Buses y Busetas de transporte público) y C (Camiones o Vehículos de carga desde 2 a 6 ejes). Aunque el transporte público es el que más pasajeros mueve como observamos en la

Tabla **5-48**, el número nominal de vehículos particulares supera a los Buses durante todos los años, representando desde el 56.28% en el 2007 hasta el 70.21% de los vehículos que rodaron ese año por las carreteras en 1998. Cabe resaltar que en segundo lugar están los del Grupo C que en los distintos años oscilan entre el 30% del conteo total de vehículos que estuvieron en las carreteras nacionales.

Tabla 5-49. Conteo Manual en Carreteras.

Año	Km con conteo	Miles Vehículos km-día			
		TOTAL	A (Autos)	B (Buses)	C (Camiones)
94	17.780	ND	ND	ND	ND
95	17.720	ND	ND	ND	ND
96	17.663	35.398	21.991	2.935	10.472
97	18.015	36.041	24.628	3.021	8.392
98	18.304	41.587	29.198	3.485	8.904
99	18.292	36.436	23.465	3.258	9.713
00	18.596	36.867	23.631	3.301	9.935
01	18.591	38.719	24.191	4.051	10.478
02	19.281	38.424	24.038	4.062	10.325
03	19.125	36.524	21.934	2.993	11.598
04	18.846	42.851	25.209	5.137	12.504
05	18.412	43.403	25.712	5.153	12.539
06	18.532	49.936	29.044	5.909	14.982
07	18.914	48.883	27.510	5.506	15.867

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	108 / 168	

Año	Km con conteo	Miles Vehículos km-día			
		TOTAL	A (Autos)	B (Buses)	C (Camiones)
08*	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Anuario Estadístico del Transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Si nos concentramos en los tramos que respectan a la Ruta del Sol, podemos ver en la tabla anterior el porcentaje del total de vehículos pequeños en una ruta de destino y origen, tenemos que Bogotá es lugar de origen con el mayor porcentaje 12.65%, dentro de los destinos de los vehículos pequeños que salen de éste origen la mayoría se dirigen a zonas que están ubicadas dentro de la Ruta del Sol. En general tenemos que el Oriente del Magdalena es el segundo destino con mayor porcentaje, el primero es Bogotá, así pues en términos generales se evidencia la importancia de la Ruta del Sol por el porcentaje de vehículos pequeños que salen y llegan a los lugares que determinan los extremos de la vía en cuestión. Sin embargo, en la tabla anterior se puede detallar también el comportamiento del flujo entre puntos intermedios del tramo total.

d. Propiedad de finca raíz y las actividades productivas y residenciales.

La tabla siguiente presenta la información del Censo Nacional – 2005 DANE relacionada con el conteo general de Viviendas, Hogares, y Personas para el municipio de San Alberto. En la última columna se presenta una proyección de las cifras de población para el 2010.

Tabla 5-50. Conteo Vivienda, Hogares y Personas

Municipio	Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2010
Aguachica	Cabecera	16.320	16.455	67.936	75.383
	Resto	2.762	2.739	12.853	12.438
	Total	19.082	19.194	80.789	87.821
Dpto. del Cesar	Cabecera	145.637	143.938	625.775	703.886
	Resto	58.754	55.172	252.662	262.534
	Total	204.391	199.110	878.437	966.420
Agregado Nacional	Cabecera	7.824.702	8.208.838	31.504.022	34.387.230
	Resto	2.565.505	2.362.061	9.964.362	11.120.975
	Total	10.390.207	10.570.899	41.468.384	45.508.205

Fuente: DANE, Censo 2005.

Con respecto a la composición por actividad económica y algunos indicadores de agricultura y ganadería se tiene la siguiente información:

Tabla 5-51. Establecimientos por Actividad Económica.

Municipio	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades
Puerto Salgar	6,7%	51,3%	33,0%	9,0%

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	109 / 168

Municipio	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades
La Gloria	2,6%	42,2%	25,7%	29,4%
La Dorada	6,6%	54,9%	32,3%	6,3%
San Alberto	7,0%	56,8%	30,0%	6,3%
San Martin	5,6%	65,4%	23,5%	5,4%
Puerto Boyacá	3,4%	53,6%	36,2%	6,9%
Aguachica	6,4%	50,3%	34,0%	9,3%


Fuente: DANE (Censo 2005)

En general, se observa que para todos los municipios la principal actividad económica de sus establecimientos es el comercio, donde la Gloria es el municipio que tiene menor porcentaje (42,2%). Dicho municipio es, como se espera, el que mayor porcentaje tiene en otras actividades diferentes al comercio la industria y los servicios con el 29,4%. Esta estadística refleja en alguna medida la importancia de las vías las cuales están directamente relacionadas con los beneficios del comercio.

En todos los municipios las empresas que tienen de 0 a 10 empleados son en su mayoría comerciales, en ningún caso son menos del 60%. Se puede inferir que estas empresas son las menos influyentes económicamente. En lo que respecta a las empresas más grandes, las que tienen entre 11 y 50 empleados están ubicadas en su mayoría en el sector servicios en cada uno de los municipios representando alrededor del 70%. Las que tiene más de 50 empleados están situadas en su totalidad en el sector servicios. Lo que se puede concluir es que la mayoría de las personas se dedica al comercio en éstos municipios y en consecuencia no existe un desarrollo industrial significativo.

Tabla 5-52. Establecimientos según escala de personal por actividad económica

No. Empleados	Sector Económico	Puerto Salgar	La Gloria	La Dorada	San Alberto	San Martin	Puerto Boyacá	Aguachica
0 a 10	Industria	6,1%	3,5%	6,8%	7,2%	5,2%	3,2%	6,2%
	Comercio	60,2%	63,9%	62,3%	63,5%	70,9%	60,3%	60,1%
	Servicios	33,6%	32,7%	30,9%	29,2%	23,9%	36,4%	33,7%
	Otras Actividades	--	--	--	--	--	--	--
11 a 50	Industria	23,1%	33,3%	7,2%	--	25,0%	--	--
	Comercio	7,7%	33,3%	15,9%	25,0%	--	34,6%	20,8%
	Servicios	69,2%	33,3%	76,8%	75,0%	75,0%	65,4%	79,2%
	Otras Actividades	--	--	--	--	--	--	--
51 a 200	Industria	--	--	--	--	--	--	20,0%
	Comercio	--	--	--	--	--	33,3%	--
	Servicios	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	--	66,7%	80,0%

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	110 / 168	

No. Empleados	Sector Económico	Puerto Salgar	La Gloria	La Dorada	San Alberto	San Martin	Puerto Boyacá	Aguachica
	<i>Otras Actividades</i>	--	--	--	--	--	--	--
201 o más	<i>Industria</i>	--	--	--	--	--	--	--
	<i>Comercio</i>	--	--	--	--	--	--	--
	<i>Servicios</i>	--	--	100,0%	100,0%	100,0%	--	100,0%
	<i>Otras Actividades</i>	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: DANE (Censo 2005)

En la siguiente tabla se puede observar estadísticas de producción pecuaria para algunos municipios de la Ruta del Sol, así como las de los departamentos a los cuales pertenecen y el agregado Nacional. Estas cifras fueron evaluadas para el año 2004. Si observamos particularmente el inventario de Ganado Bovino en el año de estudio tenemos que de los Departamentos que nos competen el que mayor peso tiene sobre el agregado Nacional es Cesar con el 6.48%, este a su vez es el que más municipios posee sobre el tramo analizado. Dentro de los municipios del Cesar que estamos mirando san Martin genera el 0,6% de inventario Nacional. Puerto Boyacá mirando por municipio es el que más peso tiene sobre el Total de Ganado Bovino inventariado en el País con el 0,81%. Respecto a la producción de leche Cundinamarca es el Departamento de los cuatro analizados que tiene más peso sobre el promedio nacional de litros producidos al día con el 15,74%, seguido de Boyacá y de Cesar que en éste caso se ubica en el tercer puesto, lo que indica que la mayoría de su ganadería bovina es para carne. En lo que atañe a ganado porcino Cundinamarca es marcadamente el mayor productor de los cuatro Departamentos representando alrededor del 9% del inventario Nacional en las cuatro categorías que observamos (machos de 0 a 6 meses y mayores de 6 meses y hembras en estas dos categorías). El Cesar es el segundo productor pesando alrededor del 5% en el inventario nacional de ganado porcino mayor de 6 meses. Respecto a la producción de Aves de Corral, Cesar no alcanza a representar el 1% del inventario Nacional ni en aves de postura ni de engorde. En este caso nuevamente Cundinamarca es el mayor productor con el 23.6% de las aves de postura del inventario nacional y el 15% de las aves de engorde.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					CONCESIONARIA  RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	111 / 168	

Tabla 5-53. Producción Pecuaria Evaluada para el año 2004

MUNICIPIO	INVENTARIO DE GANADO BOVINO	Producción Diaria de leche			Machos sacrificados	Inventario Ganado Porcino				Aves de Corral	
		LITROS	LITROS Promedio /VACA	Vacas en Ordeño		Machos		Hembras		DE POSTURA	DE ENGORDE
						CERO a 6 MESES	+ DE 6 MESES	0-6 MESES	+ DE 6 MESES		
PUERTO BOYACA	177.000	108.500	4	31.000	2.300	880	630	720	710	30.000	25.000
Total Boyacá	879.962	1.327.553	5	206.308	54.817	46.365	23.896	44.012	30.002	939.878	795.203
LA DORADA	64.691	29.579	2	11.832	40.655	1.003	374	320	347	600	1.500
Total Caldas	394.768	314.816	6	56.420	105.461	40.071	8.063	27.831	13.520	1.321.609	440.932
AGUACHICA	82.600	47.530	3	15.580	13.000	1.600	2.000	1.000	2.500	12.000	8.000
LA GLORIA	65.417	40.250	4	11.500	100	0	4.398	0	0	0	0
SAN ALBERTO	69.777	40.632	4	11.609	1.000	0	0	0	4.186	7.000	15.000
SAN MARTIN	121.944	71.694	4	20.484	365	0	0	0	3.570	10.000	20.000
Total Cesar	1.426.502	953.308	5	273.260	32.633	8.346	29.389	7.419	33.921	105.309	180.900
PUERTO SALGAR	58.101	47.600	4	11.900	228	800	30	700	200	0	0
Total Cundinamarca	1.344.172	2.632.782	6	314.276	133.087	111.206	54.310	97.272	70.601	11.052.321	17.552.046
Agregado Nacional	21.784.300	16.722.516	8	3.931.924	1.765.511	1.185.412	566.504	1.153.340	753.388	46.713.349	116.392.555

Fuente: Ministerio de Agricultura, Evaluación Pecuaria (2004)

5.3.3 Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.

Este numeral presenta la revisión de literatura sobre el tema usada para el primer proceso de licenciamiento (Tramos 1, 5 y 6), dicha revisión ha sido ajustada y/o ampliada para los tramos 2, 3, 4 y 7, y para el estudio en cuestión. Los impactos ambientales y socioeconómicos a evaluar son producto del análisis de impactos relevantes presentado en el capítulo anterior. De cada uno de estos impactos identificados como relevantes, se adelantó una revisión de literatura especializada con el objeto de documentar los cambios para los agentes económicos que se prevé sucederán por la construcción y operación de la variante del centro poblado. Los principales impactos a cuantificar se presentan en la siguiente tabla, ésta tabla también muestra una relación de impactos a cuantificar, cambios previstos para los agentes económicos y mecanismos para la cuantificación de los impactos.

Tabla 5-54. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Flujos de Bienes y Servicios Ambientales		
Cambio en la Calidad del Aire	Aumento en los niveles de ruido durante la construcción de la obra.	Los habitantes del centro poblado vivirán con un menor confort durante la construcción de la variante, lo que genera costos que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad a pagar.
	Disminución de la contaminación en el interior del centro poblado como resultado de la variante.	Beneficios por disminución en la morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades respiratorias.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	112 / 168

Impactos ambientales Socioeconómicos Valorar	y a	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Cambio en la Calidad de los Ecosistemas		Disminución de la cobertura forestal en derecho de vía.	Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso forestal.
		Aumento de los niveles de CO2 en la atmósfera como resultado de la tala de árboles en el derecho de vía del proyecto.	Valor del servicio ambiental del área de bosque intervenida.
Cambio en la Cantidad de la Infraestructura		Afectación de predios.	Costos de construcción del proyecto.
		Incremento del valor de la tierra en el área de influencia del proyecto.	Incremento en el valor comercial de la tierra por rangos de distancias en el área de influencia del proyecto.
		Incremento del valor de la finca raíz en el área de influencia del proyecto.	Incremento en el valor comercial de las viviendas en el área de influencia del proyecto.
Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural		Afectación del comercio local relacionado con la vía.	Disminución en las utilidades de los establecimientos comerciales impactados en el área de influencia directa del proyecto.
Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios		Contratación de mano de obra durante la construcción del proyecto.	Beneficios por diferencial de salarios durante la construcción del proyecto.

Impactos ambientales Socioeconómicos Valorar	y a	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA			
Beneficios por la reducción de los costos de viaje		Reducción de los tiempos de viaje, mejoramiento de la vía y su impacto sobre los costos de transporte por kilómetro.	Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo.
			Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo.
			Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.
		Aumento en la demanda de viajes como consecuencia de los menores costos de viaje.	Aumento del volumen de carga transportada, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte.
Aumento del volumen de pasajeros terrestres, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte.			
			Aumento del número de vehículos particulares, mayor flujo de vehículos a un menor costo de

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica




CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	113 / 168

Impactos ambientales Socioeconómicos Valorar	y a	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
			transporte.
		Aumento en el confort al desplazarse por la vía.	Los usuarios de la vía se desplazarán con un mayor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad apagar de los mismos por cada recorrido.
Beneficios por la disminución de accidentes vehiculares	la los	Disminución de los costos (públicos y privados) de atender un accidente en la vía.	Disminución de las pérdidas financieras por costos de atención en la vía de accidentes (Valores asegurados, costos para particulares)
		Disminución de los muertos en accidentes.	Disminución de las pérdidas financieras (valor estadístico de una vida o valor asegurado) por muertos en accidentes.
		Disminución de los heridos en accidentes.	Disminución de los costos de atención de heridos en el sistema público o privado de salud.
Costos por el aumento del tiempo de viaje durante la construcción del proyecto		Aumento de los tiempos de viaje, restricciones de movilidad durante la construcción y su impacto sobre el costo de transporte por kilómetro.	Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo.
			Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo.
			Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.
		Cambio de confort al desplazarse por la vía.	Los usuarios de la vía se desplazarán con un menor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad apagar de los mismos por cada recorrido.

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

De acuerdo con la tabla anterior, para el presente estudio de análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos, se evaluarán cinco temas asociados con beneficios, la reducción de costos de viaje, el aumento de la propiedad de finca raíz, la reducción de accidentes vehiculares en la vía y el cambio en salud por la reducción de contaminación en el aire. Adicionalmente se evaluarán los costos durante la fase de construcción por las restricciones de circulación y durante la fase de operación por la reducción de las utilidades en el comercio local que depende de la vía.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	114 / 168



Como se mencionó en el análisis del primer proceso de licenciamiento las mega obras de infraestructura tales como grandes proyectos viales, dobles calzadas, autopistas, conectores viales, viaductos, entre otros, generan importantes beneficios a la sociedad en su conjunto. Tales beneficios se encuentran asociados principalmente a la reducción en los tiempos de viaje, al mejor confort en los desplazamientos, a la reducción de la accidentalidad, al aumento en la productividad de las zonas en el área de influencia del proyecto; actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas, etc., al aumento en el valor de la propiedad raíz (viviendas y propiedad rural), a mejoras en las condiciones económicas en los municipios en la zona del trazado del proyecto, y en general al mejoramiento de las condiciones de la economías locales.

Muchos estudios a nivel internacional y nacional, han abordado el cálculo y la cuantificación de beneficios de proyectos de infraestructura vial. Ellos, generalmente son requeridos dentro de la evaluación económica y social de este tipo de intervenciones, a fin de justificar las inversiones con recursos públicos. A Continuación se realiza una revisión de literatura que da cuenta de los principales beneficios y costos relacionados con la construcción y entrada en operación de proyectos de infraestructura vial.


Cambios en salud de los hogares que puedan verse expuestos a contaminación del aire

Existen diversos estudios epidemiológicos que concluyen que la contaminación del aire exterior es un factor determinante en el incremento de la mortalidad y la morbilidad, esto se puede constatar en el informe realizado por (Tenías Burillo, Ballester Díez, Medina, & Daponte Codina, 1999) en el cuál realizan una descripción de los diversos estudios publicados e indexados en Medline y el Índice Médico Español (IME) desde el año 1984 hasta el año 1998. En el informe presentan que en la mayoría de estudios revisados predominan las asociaciones positivas entre contaminación atmosférica y mortalidad, ya que en todos los casos el riesgo relativo obtenido fue mayor de 1 y las asociaciones encontradas fueron estadísticamente significativas en 15 de 18 casos.

De acuerdo con (Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascope, 2005) la contaminación del aire es responsable del 1,4% de todas las muertes en el mundo. Así mismo la exposición a contaminantes atmosféricas provenientes de emisiones vehiculares tiene consecuencias tanto en la salud como en la calidad de vida de las personas.

En un estudio realizado por (Cena, Keren, Li, Carriquiry, Pawlovich, & Freeman, 2011) se afirma que la construcción de variantes está asociado con una serie de beneficios ambientales, entre los que se destacan la reducción de los niveles de emisión sonora causado por el tráfico vehicular y reducción de la polución del aire al reducir el volumen de tráfico en las zonas urbanas.

La herramienta más utilizada, para analizar la relación entre la variación de los contaminantes del aire con la variación de las ocurrencias de una enfermedad (variable respuesta), es la regresión longilineal de Poisson, que incorpora diferentes variables de confusión. La aplicación de este modelo, presume que la variable de salud sigue una distribución de probabilidad de Poisson; con la aplicación de este modelo es posible determinar si la variable respuesta depende o no de otras variables.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	115 / 168	

Disminución de la utilidad para los agentes económicos locales por el comercio formal e informal


Durante las últimas décadas, muchos estudios han indagado por el impacto de la construcción y operación de proyectos viales en variables económicas y sociales de la población en el área de influencia. Ellos han utilizado un amplio espectro de metodologías (regresiones, estadísticas descriptivas, modelos de series de tiempo, modelos de corte transversal, modelos de panel de datos, entre otros), variables de análisis (impacto en la pobreza, el PIB, costos, índices de precios, etc.), regiones, etc. La literatura económica relacionada con el tema, data de los años 60 y 70. En general se reporta cierta dificultad para la cuantificación de los impactos económicos y sociales. Si bien los beneficios en términos de reducción de costos, ahorro en tiempos de desplazamiento y disminución de la accidentalidad son claros, el impacto de la construcción de proyectos viales sobre variables económicas y sociales de la población en sus áreas de influencia evidencia ausencia de marco teórico y empírico para enfrentarlo (Obregón, 2008). Adicionalmente, los estudios se han enfocado a impactos de los proyectos en variables macro tales como el empleo, PIB, cambios demográficos, etc. y con muy poca frecuencia se reportan estudios a nivel micro, en variables como localidad de vida, las relaciones con el territorio, precios locales, entre otras.

(Kraemer y Otros, 1991) Argumentan que las carreteras por si solas no conllevan desarrollo, más bien su aporte se enfoca a la eficiencia y disminución de costos, lo que hace que las regiones con potencial económico se vuelvan atractivas. El European Investment Bank (EIB) en su estudio "Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional Development concluye que las carreteras pueden ayudar a desarrollar regiones impactando positivamente el ingreso per cápita de las poblaciones vulnerables (European Investment Bank (EIB), 1998). El estudio "Valoración Económica de los Efectos de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana reporta que esta obra llevo a incrementar el producto regional de la zona en 1.5% en el año 2002 (Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónal, 2000). Por su parte el London School of Economics, en el año 2000, realizo un estudio para cuantificar el impacto de la construcción de infraestructura vial sobre la actividad económica. Reportan que el empleo en las áreas de influencia se incrementó entre el 0.3% y el 1.8%.

En nuestro país, son pocos los estudios que han tratado de cuantificar el impacto de las obras de infraestructura vial sobre el desempeño de la economía local. La Gobernación de Cundinamarca, en el año 2006 realizó el estudio "Impacto financiero y socio económico del Peaje Guayabal –Carretera por Concesión Los Alpes – Villeta – Chuguacal – Cambao". Dicho estudio reporta que durante el periodo 2001-2005 la instalación del peaje pudo traer consigo una reducción de 3033 empleos de salario mínimo (Gobernación de Cundinamarca, 2006). Adicionalmente concluyen que efectivamente la instalación del peaje en la carretera redujo la movilidad vial local lo que impacto en el consumo de la economía local. De esta manera, la instalación del peaje causó una reducción de la actividad económica equivalente a 19393 empleos de salario mínimo.

Reducción de los costos de viaje.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	116 / 168



La siguiente revisión de literatura muestra evidencia de los cambios sobre los costos de viaje, adicional a esta revisión, se estimaron económicamente dichos cambios para el proyecto (Ver anexo 6. Informe de Estimación de DAP's). Las mejoras en infraestructura vial generan beneficios directos relacionados con los costos de transporte que comprenden ahorro en el tiempo de viaje, la reducción de costos de operación vehicular por menor consumo de insumos como combustible, lubricantes, llantas, mantenimiento, entre otros, y el aumento de la actividad del transporte debido a la reducción del costo de viaje.


Muchos son los estudios cuantitativos que tratan de aproximar valores monetarios asociados al ahorro en tiempos de viaje. Tales estudios han utilizado diferentes metodologías de medición entre las que se encuentran el costo de viaje, análisis de costos de transporte, encuestas de movilidad, experimentos económicos, entre otros más. Robusté et al (2000) obtienen una estimación del costo social del valor del tiempo ahorrado por la entrada en operación de proyectos viales. El autor reporta que en promedio, el ahorro representa alrededor de 6.5 Euros/hora/vehículo, asumiendo una ocupación promedio de 2.1 personas/vehículo. Por su parte, Carpintero (2005) reporta que la valoración del tiempo ahorrado en carreteras de España es en promedio de 5.91 euros/hora para vehículos pequeños y de alrededor de 34.13 euros/hora para vehículos de carga. Los anteriores valores son reportados por el autor a precios del 2000. Por su parte Miller (1989)⁵ encuentra que el valor del tiempo –para usos de trabajo- en los viajeros se encuentra en función del salario de los individuos y de los beneficios conexos. En ese sentido expresa que es posible expresar el ahorro en términos de una proporción del salario. De esta manera el autor reporta que el valor de una hora ahorrada de un viajero en un camión asciende a 23.56 US\$, mientras que para un automóvil es de 16.16 US\$. El Asia Development Bank estima que los ahorros en tiempos de viaje en las provincias de la India Donara, Lava Ghorí, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati superan el 50% (Asia Development Bank, 2007).

En el estudio de evaluación económica ex ante realizado por (Romero Hernández, 1999) para la construcción de una vía en torno a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, encontró que el ahorro de los costos de operación van desde el 18% hasta el 25%.

Como parte de los beneficios generados por la construcción de la doble calzada en una vía se encuentra la reducción de los costos de viaje, que se presentan tanto por el ahorro en el tiempo de viaje como por el ahorro de los costos operacionales, de acuerdo con (Steer Davies Gleave, 2009, Julio) en el informe realizado para las cinco alternativas posibles para el trazado de construcción de una nueva carretera Tobiagrande - Villeta y Puerto Salgar, que corresponde al Sector 1 de la Ruta del Sol.

⁵ Citado en Economic Impact of Interstate Highways in Kentucky

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	117 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

En el estudio mencionado la reducción en costos operacionales para vehículos livianos se calculó entre el 16% y 33%, siendo en promedio el 26%, en cuando a vehículos pesados dicha reducción es entre el 9% y el 29% con un promedio de 21%.

La reducción en el tiempo de viaje y el costo operacional constituye el beneficio obtenido con cada trazado; para su cálculo el estudio consideró el tráfico discriminado año a año durante un horizonte de 30 años, teniendo en cuenta el inicio de operación de cada alternativa. Los costos incluidos en el análisis son de Pre-inversión y Construcción, Operación y Mantenimiento, Sociales y prediales y Costos Ambientales. Estos costos van desde 0.91 billones a 1.42 billones de pesos colombianos. El Valor Presente Neto de los Beneficios Marginales va desde 1.35 billones a 1.95 billones de pesos colombianos.

El estudio de demanda del Proyecto Ruta del Sol estimó los volúmenes de tráfico y recaudo por concepto de peajes a lo largo de todo el trazado, a partir de la construcción de un modelo de transporte para simular las condiciones futuras de oferta y demanda de transporte en el país, utilizando información oficial del INVIAS e INCO e información primaria recolectada dentro del estudio, incluidas Encuestas Origen – Destino y Encuestas de Preferencias Declaradas para estimar tanto los valores del tiempo de viaje como la preferencia por la carretera en simple o doble calzada (Steer Davies Gleave, 2009, Febrero).

Como resultado de las encuestas se encontró que la Disponibilidad A Pagar por ahorrarse una hora en el viaje va desde US\$2.8 hasta US\$6.4, dependiendo si está en un tramo montañoso o plano, si es usuario de vehículo pesado o liviano y del tiempo de recorrido del viaje.


En cuanto a las condiciones de la vía, se encontró que en un tramo montañoso la Disponibilidad a Pagar sin tener en cuenta los ahorros en tiempo, en la actual vía por mejores condiciones de seguridad y comodidad (pavimento y geometría) es de US\$1.50, en la vía actual pero de doble calzada sin mejoras en seguridad y comodidad es de US\$1.05 y en una vía de doble calzada con mejoras en las condiciones de seguridad y comodidad es de US\$2.55.

En cuanto al Sector 2, el estudio determinó que la tasa de crecimiento media anual de las transacciones de los peajes para vehículos Livianos va de 4.6% para los años 2011 - 2012 a 2.8% entre los años 2018-2021; esta tasa de crecimiento para los vehículos pesados va de 4.3% para los años 2011 - 2012 a 2.8% entre los años 2018-2021. Dicho crecimiento se calculó a partir la suma del número de veces que los vehículos circulan por los peajes.

Aumento en el valor de la propiedad de finca raíz.

De acuerdo con Hoesli, Thion y Watkins (1997), el precio de la propiedad de finca raíz sufre cambios importantes por temas como el vial, ambiental, y otros desarrollos que hacen que el mercado de la finca raíz cambie. La metodología de Precios Hedónicos se ha utilizado para diversos propósitos de análisis en este tema. Derycke y Pierre-Henri (1971) establecen que factores como la accesibilidad, crecimiento urbano y dinámicas

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	118 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

económicas, distancia geográfica a los polos de desarrollo y menores costos de transporte, relacionados con proyectos viales, inciden en los precios del suelo en las áreas de influencia. Huang (1994), en su estudio “The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature”, realiza una recopilación de los principales estudios al respecto en la década de los 50 y 60 encontrando que la cercanía a los proyectos de carreteras tienen impacto positivo en el precio de las viviendas. Los estudios de Langley Jr. (1981) y Giuliano (1989), (1995) llegan a conclusiones similares.

Boarnet et al (2000) expresan que la construcción y operación de proyectos viales influyen en los precios de la tierra y en la dinámica urbana y geográfica en las áreas de influencia. En otra investigación del mismo autor - (Boarnet y Otros, 2001)- realizada en el Orange Country, utilizando una función de precios hedónicos, se reporta que la construcción de redes de carreteras afecta positivamente el precio de las casas. Específicamente, en un periodo de 4 años, el precio de venta de las casas se incremento en un 5% anual aproximadamente, asociado a los beneficios de la red de carreteras. El Asia Development Bank (2007) reporta en su estudio Socioeconomic Effects of Road Improvements realizado en varias provincias de la India que luego de la construcción de la carretera los precios de la tierra en las provincias de Donara, Lava Ghorí, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati, aumentaron en promedio en un 141% por unidad de área (acre).


Por su parte, el estudio “The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley” reporta para el año 2008 que cuando los proyectos viales mejoran la accesibilidad y traen consigo reducciones en los tiempos de viaje, los precios de las propiedades en el área de influencia beneficiada aumentan entre un 12% a un 15% respecto a aquellas propiedades que no están afectadas por el proyecto (Campbell D., Tennant M., 2008).

En Colombia un estudio previo de valoración de predios en el que se empleó la metodología hedónica, (Goyeneche, 2003) incluye temas como la comunicación vial y su relación directa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca. Respecto a valoración económica en precios urbanos (Carriazo, 1999) establece que la cercanía a una vía principal tiene efectos positivos sobre el precio de la vivienda.

El análisis hedónico permite ver los bienes diferenciados como compuestos por partes agregadas. Aunque el agregado de la canasta puede no tener un precio único, los atributos como el de la comunicaciones vial, horas de distancia desde centros poblados que la componen sí, o por lo menos tienen una estructura de precios común (Sheppard, 1999). La Función de Precios Hedónicos permite diferenciar todos los atributos que posee un bien, tratar de valorarlos independientemente y estimar cuanto inciden en el precio total del bien. Por esta razón sería posible mirar la demanda para las viviendas, basados no en las unidades construidas como un todo, sino en sus características (Hernandez Hernandez, 2004).

De acuerdo con (Goyeneche, 2003) el precio de la hectárea se ve influenciado por la distancia a vías principales, el precio de las hectáreas en un rango de distancia inferior a

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	119 / 168



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

500 metros es de 8% más alto que el precio de la hectárea de predios ubicados a más de 2000 metros de distancia de la vía.


Disminución del riesgo de accidente.

Diferentes Estudios han abordado los beneficios de la construcción de autopistas y en general de infraestructura vial específicamente relacionados con la disminución del riesgo de accidentalidad. Los cambios en el nivel de riesgo producto del mejoramiento de las carreteras conducen a disminuciones de costos en los rubros administrativos, hospitalarios, pérdidas de productividad, perdidas de salario, costos de infraestructura, entre otros. La Organización Mundial de la Salud – OMS estima que el costo económico de la accidentalidad representa el 1.0% del PIB de las económicas de ingreso bajo, el 1.5% del PIB de las económicas de ingreso medio y hasta el 2% de las económicas desarrolladas (OMS, 2004). El estudio “Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain” realizado en el año 2000, reporta que los beneficios económicos de la autopista A92 en España en un horizonte de 30 años ascienden a alrededor de 39 billones de euros, explicados en su mayor proporción en la reducción de la congestión del tráfico y en la caída en el número de accidentes y muertos (Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2000).

Cuando se habla de beneficios por reducción de accidentalidad, la literatura internacional acude frecuentemente al concepto de “valor de una vida estadística”. El Valor Estadístico de la Vida (VED) puede entenderse como la disponibilidad de un individuo en términos monetarios por reducir la probabilidad de muerte (Ashenfelter Orley , 2005). Estudios sobre el valor de la vida estadística han sido utilizados por los diseñadores de política en los campos de la salud, el transporte, el mercado laboral, entre otros. Las valoraciones de la vida estadística generalmente se realizan a través de experimentos con preferencias declaradas en las que los individuos están dispuestos a recibir ingreso, por aceptar incrementos moderados en los niveles de riesgo. Adicionalmente, muchos estudios emplean la estimación de funciones hedónicas, utilizando datos reales de los mercados laborales, de salud, entre otros.

Martínez et al (2004), utilizando experimentos económicos del tipo valoración contingente, encontraron que el valor de una vida estadística en España varía entre 1.0 y 2.7 millones de Euros. Por su parte Riera (2004), utilizando distintos estudios a nivel de Europa reporta en 6.3 millones de euros del 2002 el valor de una vida estadística. Es de resaltar que tales estimaciones no tienen por objetivo asignar un valor a la vida⁶. Más bien la metodología del valor de la vida estadística trata de valorar económicamente, pequeños cambios de riesgo a los que se enfrentan los individuos. Blaeij et al (2003) realizaron una recopilación de más de 30 estudios donde se estimaban valores estadísticos de la vida encontrando que estas variaban desde los 200.000 euros hasta los 3.000.000 de euros (del año 1997). Por su parte, en el año 2008, el Department of Transportation (DOT) de los Estados Unidos reporta valores entre los 2.6 hasta los 8.5 millones de dólares (Department of Transportation (DOT), 2009) - (Valores ajustados a precios del 2007). Lo reportes anuales estiman el valor estadístico de la vida en 5.8 millones de dólares y recomienda utilizar

⁶ No hay un precio o valor para la vida.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	120 / 168	

esta cifra como medida monetaria de los beneficios por reducción de accidentes fatales. También recomienda la utilización de los llamados “Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad”, los cuales se listan a continuación:

Tabla 5-55. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.

Evento	Fración del valor estadístico de la vida
MENOR	0.002
MODERADO	0.0155
SERIO	0.0575
SEVERO	0.1875
CRITICO	0.7625
FATAL	10.000

Fuentes: Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – 2009 Annual Revision


Según Sánchez Ordóñez (2008) y Gouvêa y Tamayo (Gouvêa Campos & Sampedro Tamayo) los riesgos de ocurrencia de accidente disminuyen cuando las condiciones geométricas de la vía mejoran, así mismo lo hacen cuando mejora la amplitud de la vía. Gouvêa y Tamayo (*ibid*) Comparan cifras de accidentalidad en carreteras teniendo en cuenta el ancho de la vía, se encuentran mejoras del 5% al 21% para ensanches que van de 0,3 metros hasta 1,2 metros.

Como parte de los beneficios indirectos (Romero Hernández, 1999) incluye el costo en término de accidentes, encontrando que el ahorro por este factor es del orden del 2%, utilizando como valores monetarios estándar establecidos por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España, que para año 1992 era de 30 millones de pesetas para un accidente mortal y 4 millones de pesetas para un accidente no mortal.

Para Colombia, según (Fondo de Prevención Vial, 2002) y (Salud Colombia, 2005) para el año 2003 un accidente de tránsito generó un costo promedio por evento de \$4.6 millones de pesos, si el evento involucra heridos el costo es de \$20,8 millones de pesos y con muertos es de \$118,5 millones.

Por otra parte, Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT, que ampara los daños corporales que se causen a las personas en accidentes de tránsito, cubre un máximo de 500 veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por la prestación de los servicios quirúrgicos y un máximo de 10 veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por los gastos de transporte y movilización de la víctima (Superintendencia Nacional de Salud, 2002) (Superintendencia Nacional de Salud, 2002).

5.3.4 Valoración Monetaria de Impactos Relevantes.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	121 / 168	

En este capítulo se presenta un análisis cuantitativo de cada uno de los impactos ambientales y socioeconómicos del proyecto, mediante los instrumentos de valoración correspondientes. La relación entre los diferentes impactos e instrumentos de valoración fue presentada.

En cada uno de los sub numerales siguientes, se encontrará la descripción del cálculo y la información que se utilizó para dicho cálculo. En cada uno de los sub numerales también se encontrarán los resultados de agregación de costos y beneficios ambientales y socioeconómicos que se analizarán en detalle en el siguiente capítulo. La tasa de descuento utilizada para calcular los indicadores de valor presente neto y razón beneficio costo fue del 8,5% anual, siguiendo a (Rodríguez Hernández, 2007).

Beneficios por reducción de la exposición a gases contaminantes

Dado que se trata de un cambio en el cual el nivel de hogares expuestos en el paso vial actual se reduce por un paso vial alejado de la concentración urbana, el cambio es evaluado como un beneficio. Para medir los efectos de un cambio en la morbilidad, asociados a cambios ambientales producto de la intervención humana del medio ambiente, se deben tener en cuenta los diferentes medios a través de los cuales una persona puede resultar afectada o beneficiada por los cambios en la incidencia o prevalencia de una enfermedad. En el cálculo de los costos por exposición a gases contaminantes, la enfermedad asociada a los cambios ambientales, producto de la construcción y operación del proyecto para el paso vial de Aguachica, son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA).


Para el cálculo de estos beneficios se usa el enfoque de función de producción de salud. El objetivo es estimar la reducción de los costos de prevención y tratamiento, los costos de oportunidad asociados a la pérdida de ingreso y por último el costo de muerte, durante la fase de operación del paso vial. El cálculo de los costos por exposición a gases contaminantes y material particulado, se realizó mediante el uso de la siguiente expresión:

$$cs_a = he_a * cpp_a + nc_a(cpt_a + ppi_a) + nm_a * vve$$

Dónde:

- cs_a = Costos totales por efectos sobre la salud en el año a .
- he_a = Hogares expuestos a gases contaminantes en el año a .
- cpp_a = Costo promedio de prevención en el año a .
- nc_a = Número de casos de IRA en el año a .
- cpt_a = Costo promedio de tratamiento en el año a .
- ppi_a = Pérdida promedio de ingreso en el año a .
- nm_a = Número de muertes por IRA en el año a .
- vve = Valor de una vida estadística.

Los beneficios por reducción de la exposición a gases contaminantes se calcularon utilizando la siguiente expresión:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	122 / 168	

$$bs_{\alpha} = cs_{\alpha,Actual} - cs_{\alpha,Variante}$$

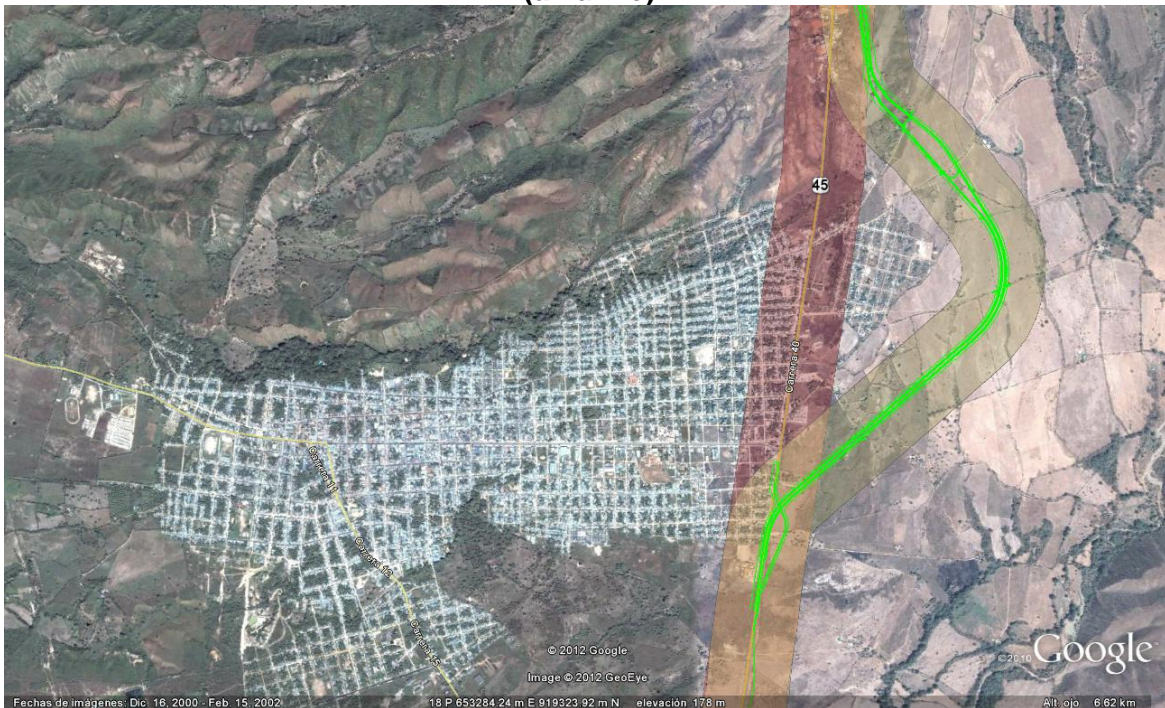
Dónde:

$cs_{\alpha,Actual}$ = Proyección de los costos totales por efectos sobre la salud en el año α bajo el escenario Sin Proyecto.

$cs_{\alpha,Variante}$ = Proyección de los costos totales por efectos sobre la salud en el año α bajo el escenario Con Proyecto.

El número de personas y hogares en Aguachica para el año 2012 se presenta en la tabla siguiente. La población expuesta corresponde a todos aquellos hogares que están dentro de un buffer de 250 metros alrededor del paso vial actual y de la variante tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5-7 Buffer de 250 m alrededor del paso vial actual (rojo) y de la variante (amarillo).



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2012).

El cálculo del número de personas expuestas se realizó con base a las estadísticas de población reportadas por el DANE en el censo del 2005 y teniendo en cuenta que el promedio de personas por hogar en el casco urbano del municipio de Aguachica es de 4,1 personas por hogar (DANE, 2005).


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	123 / 168	

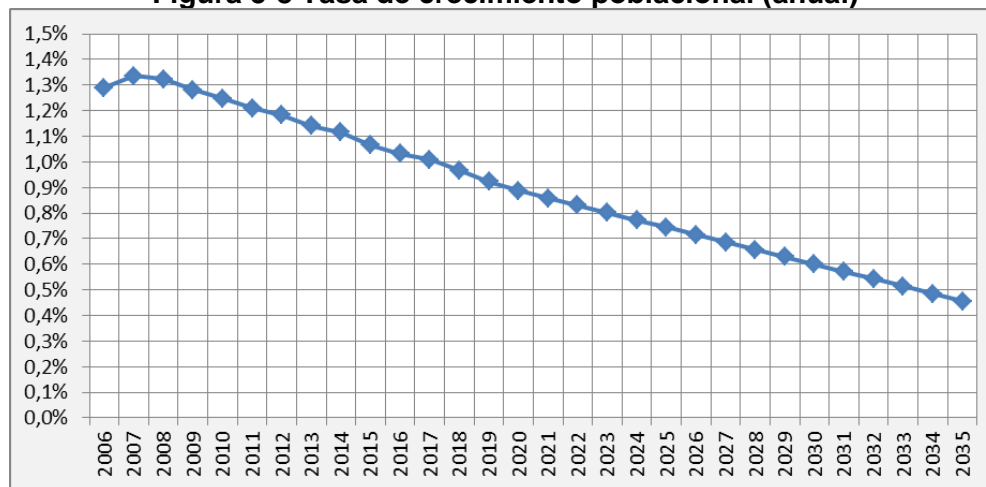
Tabla 5-56 Hogares y personas expuestas (2012)

Alternativa	Personas expuestas	Hogares expuestos
Variante	6.269	1.529
Paso Vial Actual	12.152	2.964

Fuente: DANE. Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Para estimar la reducción en el número de casos anuales por IRA fue necesario tener en cuenta el aumento en la población de Aguachica y de los hogares que dejan de estar expuestos como resultado de la construcción de la variante, a lo largo del periodo de evaluación (2012-2035). Las tasas de crecimiento utilizadas se calcularon con base en las proyecciones poblacionales del DANE para Aguachica (Proyecciones de población 2005-2020 total por sexo y grupos de edad, 2005) y se presentan en la siguiente gráfica. Esta tasa de crecimiento fue aplicada al número de personas y hogares que reciben beneficios en su salud por la construcción de la variante.

Figura 5-8 Tasa de crecimiento poblacional (anual)




Fuente: (DANE, 2005), (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012)

En la estimación de los costos de prevención, tratamiento y pérdida de ingreso se asumió que el total de los hogares expuestos incurre en costos de prevención (los costos de prevención son por hogar). Para el caso de muerte, se supuso que no hay muertes por IRA durante el periodo analizado. De la tabla anterior, se puede ver que la reducción en personas y hogares expuestos como resultado de la variante es del 45%. Los costos de prevención, tratamiento y pérdida de ingreso disminuyen en la misma medida.

Los datos de costos de prevención y tratamiento son promedios por hogares y por casos, respectivamente. El valor de prevención es el reportado por (Rodríguez, 1999), y el valor de tratamiento es el promedio de los gastos en que incurrieron las personas encuestadas que reportaron haber presentado Enfermedades Respiratorias Agudas en el último año (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011). En el caso del costo por muerte, el valor es igual al reportado por las aseguradoras. Por último, la pérdida de ingreso corresponde

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	124 / 168



CONCESIONARIA
RUTA DEL SOL
S.A.S.
Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

al salario promedio que deja de recibir un enfermo de IRA, durante el tiempo de incapacidad. Tanto el salario promedio como el número de días de incapacidad fueron determinados con base en la información recolectada en la encuesta urbana (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011). Dichos costos se resumen en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 5-57 Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2012)

Impacto	Costo
Prevención	\$ 36.853,7
Tratamiento	\$ 65.595,6
Pérdida de Ingreso	\$ 34.159
Muerte	\$ 135.972.289

Fuente: (Rodríguez, 1999) (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012) FASECOLDA

Al estimar los casos nuevos anuales de enfermos, se usó la tasa morbilidad estimada por Rodríguez (1999), ante cambios en la exposición a gases contaminantes, como es el caso del dióxido de azufre. El valor estimado por este autor es de una disminución en la morbilidad por IRA de 0.002361 ante una disminución de una unidad en la concentración de dióxido de azufre. Por último, con base en las mediciones de la calidad del aire en Aguachica, tenemos que la concentración de dióxido de azufre actual en el centro poblado es de 3,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ver Anexo 5, "Monitoreo Calidad del Aire para el proyecto Ruta del Sol", Ambiotec Ltda., 2012, pág.39). Nuevamente, para mantener un cálculo conservador, suponemos que la reducción en la concentración de dióxido de azufre en el centro poblado como resultado de la variante será del 50%.

De acuerdo con la información anterior, el valor presente neto de los beneficios por la reducción en exposición a gases contaminantes, asciende a \$789'409.548, a precios del 2012. Los beneficios anuales se presentan en la siguiente gráfica:


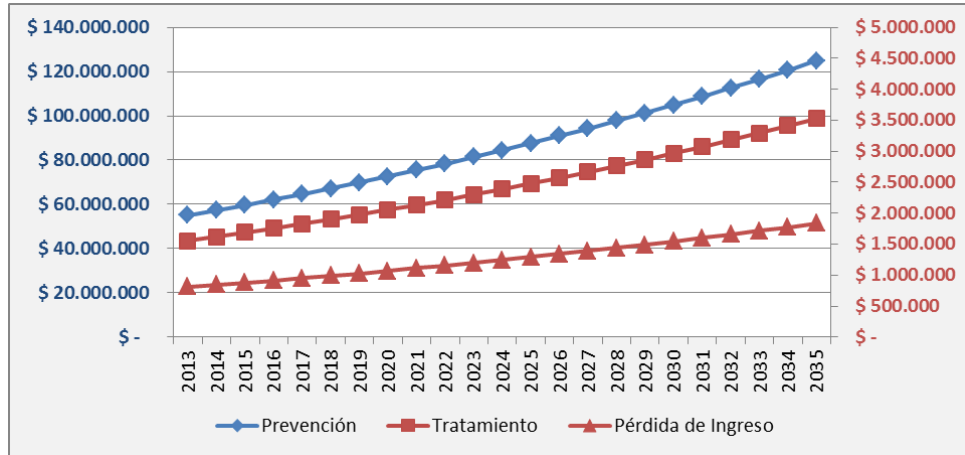
Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	125 / 168	

Figura 5-9 Beneficios anuales por reducción de la exposición a gases contaminantes.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012).

Podemos ver que los beneficios más representativos son los de prevención alcanzando alrededor de 140 millones en el 2035. Los costos por tratamiento y pérdida de ingreso alcanzan \$3'500.000 y \$2'000.000 pesos respectivamente para el 2035.

Beneficios por la reducción de las molestias causadas por ruido durante la operación


Las grandes obras de infraestructura vial frecuentemente traen asociados beneficios, los cuales son transferidos a las comunidades mediante la modificación de flujo de bienes y servicios que no tienen mercado como el caso de las molestias causadas por el ruido. Ahora bien, usando las metodologías de valoración económica ambiental es posible incluir la cuantificación monetaria de las molestias causadas a las viviendas en el área de influencia del proyecto por eventos de ruido.

Para la cuantificación de este impacto será empleada la transferencia de beneficios basada en el estudio “Valoración de las Pérdidas de Bienestar Causadas por el Ruido en la Población Usando Métodos de Valoración Contingente” (Hernández & Carrillo, 2003). En dicho estudio se aplica la mencionada metodología a una muestra de hogares en una población de aproximadamente 50.000 habitantes en Murcia –España, a fin de evaluar su disponibilidad a pagar por reducción de ruido asociado al tráfico a la mitad. El estudio encuentra una DAP de 13,69 Euros/habitante para el año 2002. Aplicando la metodología de transferencia de beneficios e incorporando el poder de paridad de compra, se obtiene una DAP por habitante de \$7.216 pesos/habitante para el año 2012.

La expresión matemática del costo por las molestias caudas por ruido durante la operación está dada por:

$$cmr_{\alpha} = np_{\alpha} * DAPR_{\alpha}$$

Dónde:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	126 / 168	

- cmr_a = Costos de molestia por ruido en el año a .
 np_a = Número de personas expuestas en el año a .
 $DAPR_a$ = Disponibilidad a pagar (por habitante) por reducción en las emisiones sonoras en el año a .

Nuevamente, los beneficios por reducción de la exposición a ruido se calculan como:

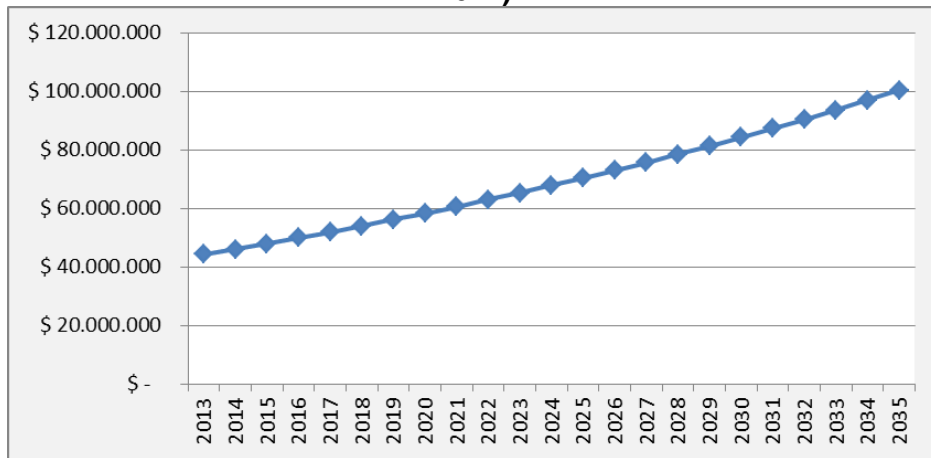
$$br_a = cmr_{a,Actual} - cmr_{a,Variante}$$

Dónde:


- $cmr_{a,Actual}$ = Proyección de los costos totales por efectos de ruido en el año a bajo el escenario "Sin Proyecto".
 $cmr_{a,Variante}$ = Proyección de los costos totales por efectos de ruido en el año a bajo el escenario "Con Proyecto".

La gráfica siguiente presenta la evolución de los beneficios corrientes causados por molestias de ruido durante la fase de operación. El valor presente de estos costos asciende a 607,63 millones de pesos de 2012.

Figura 5-10 Beneficios por DAP por reducción en los niveles de ruido (pesos de 2012)



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	127 / 168	

Beneficios económicos por la reducción de los costos de viaje.

Se trata de un cálculo que involucra la reducción de costos de operación por kilómetro que se derivan del aumento de la velocidad promedio y mejora de las condiciones generales de la vía, por ende el menor tiempo en la variante y el menor costo de transporte de carga y pasajeros.

La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en los costos de operación por kilómetro fue:

$$btc_{\alpha} = \sum_{c=1}^{c=C} [\Delta K_{\alpha,c} * k * v_{c,\alpha}] - \sum_{c=1}^{c=C} [(K_{\alpha,c} - \Delta K_{\alpha,c}) * (k_0 - k) * v_{c,\alpha}]$$

Donde:

- btc_{α} = Beneficios por la reducción de costos por kilómetro en el transporte de carga en el año α .
- $\Delta K_{\alpha,c}$ = Variación en los costos de transporte por Km de la categoría c en el año α .
- $K_{\alpha,c}$ = Costos originales de transporte por Km de la categoría c en el año α
- k_0 = Número de Km del tramo sin proyecto.
- k = Número de Km del tramo con proyecto.
- $v_{c,\alpha}$ = Número de viajes de la categoría c en el tramo para el año α .

La ecuación anterior toma en cuenta los viajes anuales por categoría, las variaciones de costos por kilómetro producto del aumento de la velocidad promedio. En la tabla siguiente, se presentan los viajes por categoría en el centro poblado, según el tráfico registrado en el peaje Morrison en el 2010.

Tabla 5-58. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.

Categoría	Viajes por Categoría (2010)
I	587.436
II	448.664
III	102.166
IV	99.653
V	391.926

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos.

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de las variaciones de los costos por kilómetro como resultado de la construcción de la variante:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	128 / 168

Tabla 5-59. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

Concepto	Categoría Vehículo					Cambios Porcentuales por Categoría					Cambios por Categoría				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Automóvil, camper o y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta, ...	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	% $\Delta k_{C=1}$	% $\Delta k_{C=2}$	% $\Delta k_{C=3}$	% $\Delta k_{C=4}$	% $\Delta k_{C=5}$	$\Delta k_{C=1}$	$\Delta k_{C=2}$	$\Delta k_{C=3}$	$\Delta k_{C=4}$	$\Delta k_{C=5}$
Costos Variables (por KM)	Consumo promedio de combustible		\$ 570,76	\$ 492,93	\$ 884,65			21%	21%	21%			\$ 119,86	\$ 103,51	\$ 185,78
	Consumo de llantas		\$ 178,03	\$ 289,40	\$ 483,36			21%	21%	21%			\$ 37,39	\$ 60,77	\$ 101,51
	Consumo de lubricantes		\$ 44,16	\$ 68,22	\$ 82,94			21%	21%	21%			\$ 9,27	\$ 14,33	\$ 17,42
	Consumo de filtros		\$ 12,20	\$ 28,13	\$ 45,29			21%	21%	21%			\$ 2,56	\$ 5,91	\$ 9,51
	Mantenimiento		\$ 256,26	\$ 422,18	\$ 490,61			21%	21%	21%			\$ 53,82	\$ 88,66	\$ 103,03
	Lavado y engrase		\$ 31,14	\$ 39,94	\$ 48,94			21%	21%	21%			\$ 6,54	\$ 8,39	\$ 10,28
	Imprevistos		\$ 39,14	\$ 63,59	\$ 86,34			21%	21%	21%			\$ 8,22	\$ 13,35	\$ 18,13
Costo variable promedio	\$ -	\$ -	\$ 1.131,69	\$ 1.404,38	\$ 2.122,14						\$ -	\$ -	\$ 237,65	\$ 294,92	\$ 445,65
Costos Fijos (MMes)	Seguros		\$ 936.701,25	\$ 2.034.533,41	\$ 2.085.549,71			0%	0%	0%			-	-	-
	Salarios y Prestaciones básicas		\$ 1.398.439,33	\$ 1.398.439,33	\$ 1.398.439,33			21%	21%	21%			\$ 293.672,26	\$ 293.672,26	\$ 293.672,26

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica




Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	129 / 168

Concepto	Categoría Vehículo					Cambios Porcentuales por Categoría					Cambios por Categoría				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Automóvil, camperón y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta, ...	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	% $\Delta k_{C=1}$	% $\Delta k_{C=2}$	% $\Delta k_{C=3}$	% $\Delta k_{C=4}$	% $\Delta k_{C=5}$	$\Delta k_{C=1}$	$\Delta k_{C=2}$	$\Delta k_{C=3}$	$\Delta k_{C=4}$	$\Delta k_{C=5}$
Parqueadero			\$ 109.526,80	\$ 131.064,84	\$ 160.468,64			0%	0%	0%			-	-	-
Impuestos de rodamiento			\$ 13.646,16	\$ 24.290,12	\$ 41.480,02			0%	0%	0%			-	-	-
Recuperación de Capital			\$ 1.096.876,56	\$ 2.877.548,32	\$ 3.196.592,62			0%	0%	0%			-	-	-
Costo Total Fijo	\$ -	\$ -	\$ 3.555.190,09	\$ 6.465.876,02	\$ 6.882.530,31						-	-	\$ 293.672,26	\$ 293.672,26	\$ 293.672,26
Costo Total (por Km conducido por Mes)	\$ 842,60	\$ 2.646,90	\$ 1.502,02	\$ 2.077,91	\$ 2.839,07	26%	16%				\$219,08	\$423,50	\$ 268,25	\$ 325,51	\$ 476,24

Valores a precios del 2012

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	130 / 168	

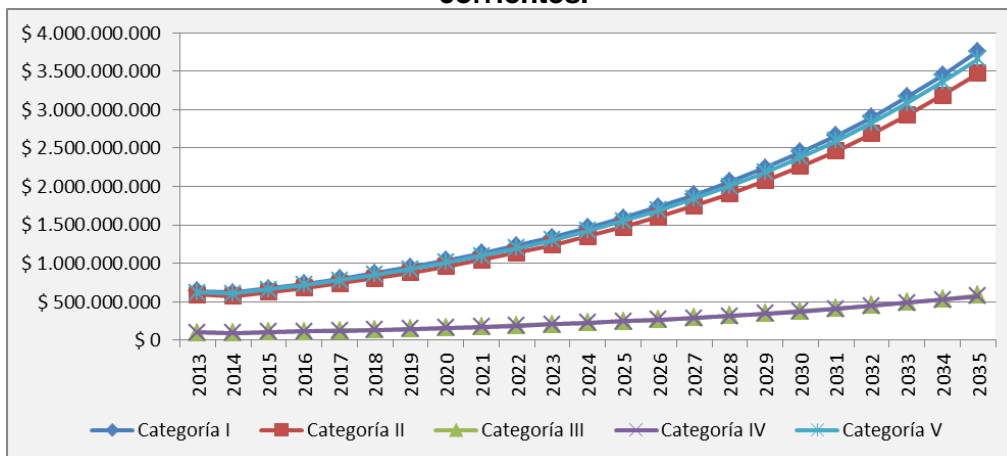
En la tabla anterior se muestra los costos variables y fijos de transporte de carga por kilómetro. Adicionalmente, en la tabla se presentan las variaciones para las categorías 3, 4 y 5 de peaje ($\Delta K_{a,c=3}$, $\Delta K_{a,c=4}$, $\Delta K_{a,c=4}$) en los rubros de consumo de combustible, consumo de llantas, consumo de lubricantes, de filtros, de mantenimiento, engrase e imprevistos. Estas variaciones, como se explicó anteriormente, son ocasionadas por motivos de mejora en los promedios de velocidad, circulación por carril en único sentido y de las mejores condiciones generales de la vía. La variación de costos para las categorías de carga, tal como se puede apreciar en la tabla anterior son fijos para todas las categorías y provienen del estudio para la ruta del sol realizado por (Steer Davies Gleave, 2009, Julio).

Para las categorías uno y dos no se identificó una fuente confiable con la información de costos de transporte por kilómetro desagregados por los rubros mostrados en la tabla anterior, en consecuencia se aplicó una variación porcentual de 26% para categoría uno sobre el costos total por kilómetro y del 16% para la categoría dos, de acuerdo con Steer Davies Gleave (2009), obteniendo variaciones por kilómetro de \$ 219,08 y \$ 423,5 pesos de 2012, respectivamente.


Adicionalmente, en la tabla anterior se presenta una variación al rubro de salarios y prestaciones básicas que proviene de un cálculo que divide el monto del rubro total por el número de kilómetros conducidos al mes (8 Horas de conducción diaria * 60 km/h en promedio de velocidad * 20 días al mes).

Las proyecciones de los ahorros en costos de transporte por kilómetro se realizaron usando el índice de precios al productor para el sector de transporte en Colombia. Los beneficios netos por disminución de los costos de transporte se calcularon incorporando el aumento en los costos por el aumento en la longitud del paso vial (en este caso, de 670 m). Los beneficios netos anuales se presentan en la siguiente gráfica; la tendencia creciente corresponde al comportamiento de las proyecciones de precios utilizando el pronóstico del IPP de transporte del Banco de la República.

Figura 5-11 Beneficios netos por disminución de costos de transporte en pesos corrientes.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	131 / 168	

El valor presente de los beneficios por ahorros de costos en transporte asciende a 40.693,66 millones de pesos colombianos de 2012.

Adicionalmente, se tiene el beneficio de los conductores en cuanto al mayor confort de la vía y a la sensación de más seguridad por tránsito en calzadas de sentido único. Estos beneficios han sido también ampliamente estudiados en otros proyectos. Se trata de una medida que surge del análisis directo mediante estudios de Valoración Contingente, Costos de Viaje Contingente o Análisis *Conjoint*. En el presente análisis no se adelantó un estudio particular para el proyecto. La medida de beneficio o Disponibilidad a Pagar (DAP) de un conductor típico de cada categoría se estimó con información primaria recopilada en el tramo dos de la Ruta del Sol. La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en la DAP fue:

$$bdap_{\alpha} = \sum_{c=1}^c DAP_{\alpha,c} * v_{\alpha,c}$$

Donde:

- $bdap_{\alpha}$ = Beneficios por disponibilidad a pagar en el año α .
- $DAP_{\alpha,c}$ = Disponibilidad a pagar por mayor confort y sensación de más seguridad en un paso vial en el año α y en un vehículo de la categoría c .
- $v_{\alpha,c}$ = Número de viajes de la categoría c en el año α .


Para el cálculo de los beneficios, se utilizaron datos del estudio “Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)” (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011a). Siguiendo la recomendación del panel NOAA, se utilizó el 50% de la medida estimada del DAP. En la siguiente tabla se presentan los valores estimados (100%) por la disponibilidad a pagar por las variantes de todos los pasos urbanos en la Ruta del Sol Sector II. Los valores utilizados en el cálculo son el 50% de los valores promedio de la tabla, dividido por el número de pasos urbanos de la Ruta del Sol Sector II⁷.

Tabla 5-60: Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.

Categoría vehicular	Promedio	Cortos	Medianos	Largos
<i>I</i>	\$ 7.086	\$ 3.187	\$ 5.609	\$ 9.939
<i>II a</i>	\$ 6.716	\$ 4.238	\$ 4.994	\$ 10.867
<i>II b</i>	\$ 8.889	\$ 3.608	\$ 4.180	\$ 11.705
<i>III</i>	\$ 34.459	\$ -	\$ 8.281	\$ 36.641
<i>IV</i>	\$ 30.719	\$ -	\$ 17.173	\$ 32.726
<i>v</i>	\$ 42.624	\$ -	\$ 25.557	\$ 44.618
Promedio	\$ 17.133	\$ 4.666	\$ 7.385	\$ 23.858

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011a).

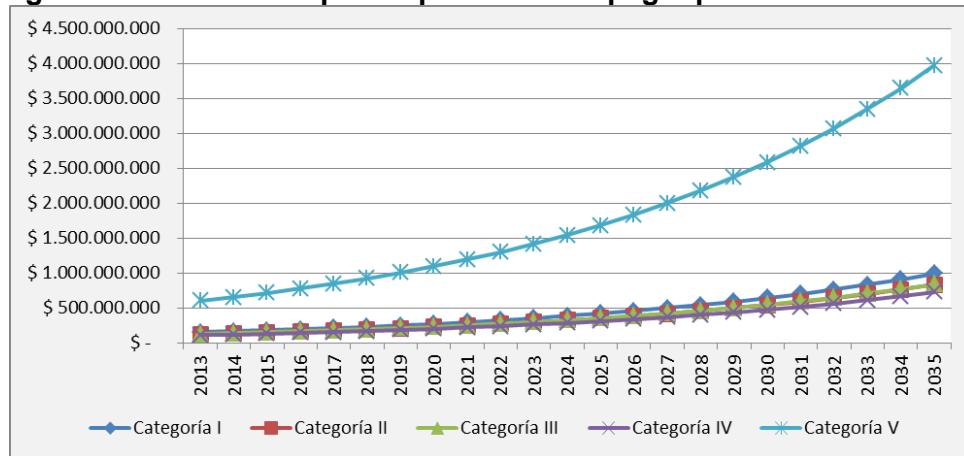
⁷ Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec Ltda, 2012).

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	132 / 168	

Los datos de viajes por tramo por categoría utilizados para el cálculo de los beneficios son estimaciones a partir de datos de facturación de los peajes de la Ruta del Sol entre junio 2009 y junio 2010.

Los beneficios por DAP por mayor confort y sensación de seguridad en la vía se presentan en la siguiente gráfica. Estos llegan a 4.000 millones de pesos en el año 2035.

Figura 5-12 Beneficios por disponibilidad a pagar por confort en la vía.



Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos, Cálculos del autor.

El valor presente neto de los beneficios por DAP de confort, mostrados en la anterior gráfica, asciende a 24.718,35 millones de pesos colombianos de 2011.

Beneficios económicos por el aumento en el valor de la propiedad de finca raíz.


Cambios en el valor de la tierra.

La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en el valor de la propiedad de finca raíz, incluyen cambios en el valor de la tierra agrícola o pecuaria y en el valor de las viviendas de los cascos urbanos ubicados sobre el corredor vial. Para el caso del precio de la tierra se usó la siguiente ecuación de cálculo:

$$bvt = \sum_{rd=1}^{rd=RD} mrgt_{rd} * vt_{rd} * ut_{m,rd}$$

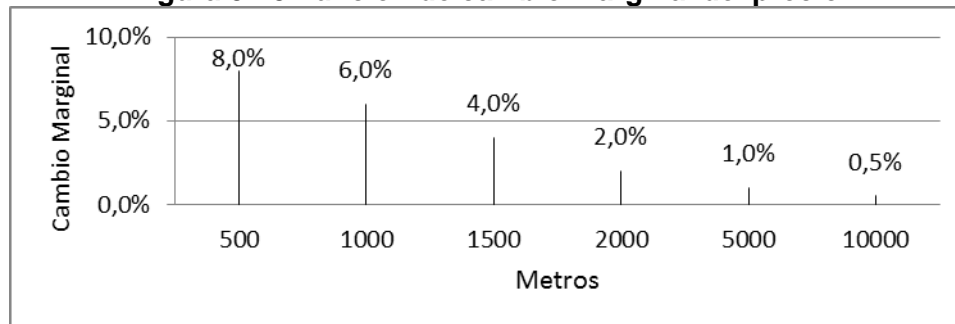
Donde:

- bvt = Beneficios por cambio en el valor total de la tierra.
- $mrgt_{rd}$ = Cambio marginal del valor de cada unidad de tierra a un rango de distancia rd de la vía.
- vt_{rd} = Valor de cada unidad de tierra a un rango de distancia rd de la vía.
- ut_{rd} = Unidades de tierra a un rango de distancia rd de la vía.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	133 / 168	

Se estimaron los buffer de la variante con rangos de 30, 50, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 5.000 y 10.000 metros de distancia. Como se mencionó anteriormente en el numeral 0, y según Goyeneche (2003), el precio de la hectárea se ve influenciado por la distancia a vías principales. Ahora bien el mayor valor por hectárea decrece a medida que aumenta la distancia en relación a la vía. Los cambios marginales usados para el cálculo corresponden a los valores sobre la función de cambio marginal presentada en la siguiente gráfica.

Figura 5-13 Función de cambio marginal del precio.



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.


Adicionalmente se usó un valor promedio por hectárea de 8,2 millones de pesos. Lo anterior siguiendo el trabajo de Caballero (2006), sobre valorización de la tierra agrícola en Colombia. En la siguiente tabla se presentan las hectáreas en cada rango de distancia junto con los beneficios asociados por el incremento en el valor de la tierra.

Tabla 5-61 Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.

Rango (m)	Área (Ha)	Beneficios
500	311,0	\$ 204.016.000
1000	311,0	\$ 153.012.000
1500	311,0	\$ 102.008.000
2000	311,0	\$ 51.004.000
5000	1866,0	\$ 153.012.000
10000	3110,0	\$ 127.510.000
Total	6220	\$ 790.562.000

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., diciembre 2011)

Los resultados del análisis de aumento de precio de la tierra arrojan que los beneficios serán de 790,56 millones de pesos.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	134 / 168	

Cambios en el valor de la vivienda.

En el caso del beneficio por aumento del valor de la propiedad de finca raíz, se tiene la siguiente ecuación:

$$bvv = mrgv * vv * nv$$

Donde:

- bvv* = Beneficios por cambio en el valor total de las viviendas.
mrgv = Cambio marginal del valor de cada vivienda en el centro poblado.
vv = Valor de cada vivienda en el centro poblado.
nv = Número de viviendas en el centro poblado.

Teniendo en cuenta que en el centro poblado de Aguachica hay un promedio 4,1 de personas por hogar (DANE, 2005), obtenemos un estimado de 18.097 viviendas en el centro poblado.

Los valores de aumento marginal de estudios de precios hedónicos en viviendas sugieren que los aumentos por proximidad a proyectos de ingeniería, de transporte o ambientales (parques y demás) van desde un 3% hasta un 18% (Hernández, 2004; Carriazo, 1999; Losada, Neira & Jiménez (S.A.)). Para el caso del presente análisis preliminar se usó el aumento mínimo 3%. Este aumento arrojará la valoración de beneficios en su límite inferior. Para el valor promedio de la vivienda se utilizó la cifra de 50 millones de pesos, que corresponde a un valor promedio de la vivienda (Clavijo & Muñoz, 2004).

Los resultados del análisis de beneficios por aumento del precio de la propiedad de finca raíz urbana estiman un beneficio que asciende a 27.145,23 millones de pesos, ver la siguiente tabla.


Tabla 5-62. Beneficios por aumento del precio de la vivienda.

Viviendas Estimadas	Valor estimado por Vivienda	Aumento en el valor	Beneficios
18.097	\$ 50.000.000	3%	\$ 27.145.235.008

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Beneficios económicos por la disminución del riesgo de accidente.

Como consecuencia de la variante, habrá una disminución en los riesgos de accidentes. Los beneficios económicos por esta disminución se calcularon como reducción los costos de dichos accidentes, reducción en la atención en la vía, reducción en la atención de heridos en el sistema de salud, reducción por la pérdida de vidas y reducción por la pérdida de vehículos y carga. Nuestros cálculos se basan, además, en la relación existente entre el flujo vehicular que pasa por el centro urbano y el número de accidentes que se presentan en un periodo de tiempo determinado.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	135 / 168	

Para el cálculo del beneficio por la reducción del riesgo de accidentes, se utilizó la siguiente ecuación:

$$B_{Acc;a} = \Delta V_a \times \frac{dAcc}{dV} \times (F_{VF} \times C_{VF;a} + F_H \times C_{H;a} + F_{DM} \times C_{DM;a})$$

Donde:

ΔV_a = Cambio en el número de viajes de la categoría I en Aguachica en el año a como resultado de la variante

$\frac{dAcc}{dV}$ = Cambio en el número de accidentes al año, por un cambio en una unidad en el número de viajes al año

F_{VF} = Frecuencia de víctimas fatales por accidente

$C_{VF;a}$ = Costo por víctimas fatales en el año a

F_H = Frecuencia de heridos por accidente

C_H = Costo por heridos en el año a

F_{DM} = Frecuencia de daños materiales por accidente

C_{DM} = Costo por daños materiales en el año a


Las cifras de número de accidentes, víctimas fatales y heridos en la zona de estudio, se estimaron a partir de las cifras registradas por la Concesionaria Ruta del Sol S.A.S. Estos datos se presentan a continuación:

Tabla 5-63. Datos de accidentalidad, muertes y heridos.

Evento	Total Sector 2	Freq/Accidente
Accidentes al año	172	N.A.
Víctimas fatales al año	21	$F_{VF} = 0,121$
Heridos al año	64	$F_H = 0,373$

Fuente: (INVIAS, 2010).

Como puede apreciarse en la tabla anterior, hay en promedio 2,15 heridos y 0,49 víctimas fatales en cada accidente. Adicionalmente, suponemos que en el 80% de los accidentes

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	136 / 168	

vehiculares se ocasionan daños materiales; es decir, $F_{DM} = 0,8$. Los valores de daño utilizados para el cálculo se muestran en la siguiente tabla, esto valores corresponden a valores de pago promedio de las aseguradoras por cada tipo de evento.

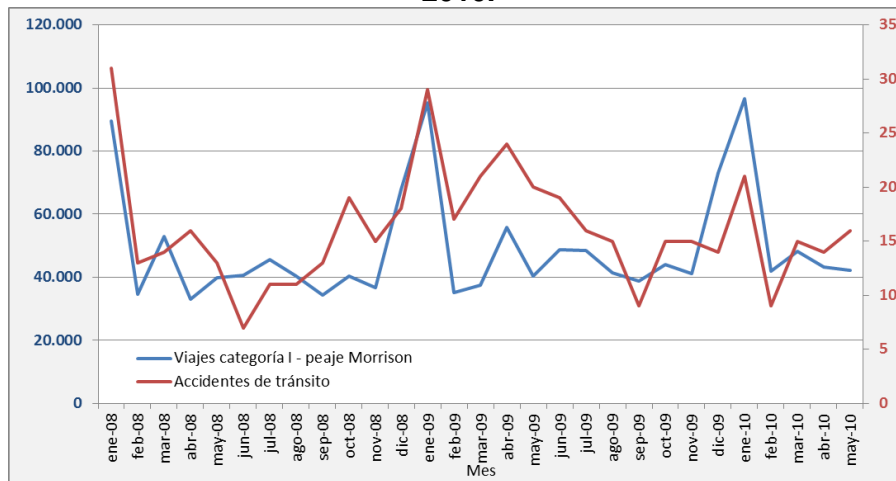
Tabla 5-64. Costos promedio de evento de accidente.

Costos	2003	2012
Accidente Con daños materiales	\$ 4.600.000	\$ 6.640.344
Accidente Con muertos	\$ 118.500.000	\$ 171.061.047
Accidente Con heridos	\$ 20.800.000	\$ 30.025.905

Fuente: FACECOLDA.

La estimación del cambio marginal en el número de accidentes con respecto al flujo vehicular por el centro poblado se estimó mediante un modelo econométrico. La evolución del número de accidentes contra el flujo vehicular de la categoría I, por el casco urbano de Aguachica (registrado en el peaje de Morrison) se presenta en la siguiente gráfica:

Figura 5-14 Accidentes de tránsito y viajes de la categoría I en Aguachica, 2008 – 2010.




Fuente: (INVIAS, 2010), Concesionaria Ruta del Sol S.A.S.

De la gráfica anterior, queda claro que existe una relación directa entre el número de accidentes y el flujo vehicular, en un intervalo de tiempo determinado. Como era de esperarse, los picos en las series ocurren entre diciembre y enero y reflejan el aumento en el flujo vehicular (y el aumento correspondiente en la accidentalidad) durante las fiestas de fin de año. A continuación se presenta el modelo econométrico utilizado para medir el cambio marginal sobre la accidentalidad anual como resultado de la reducción en una unidad en el flujo vehicular en el año.

El modelo estimado es el siguiente:

$$Acc_t = \beta_0 + \beta_1 V_t + \varepsilon_t, \quad \text{donde } \varepsilon_t \sim N_{iid}(0, \sigma^2) \text{ y } \beta_1 = \frac{dAcc}{dV}$$

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	137 / 168	

La regresión se corrió sobre 29 observaciones, obteniendo un R^2 de 42,5%. Dado que sólo tenemos una variable explicativa (V_t), las prueba F o de significancia global es equivalente a la prueba t sobre el coeficiente β_1 ; ambas obtienen un P -value de 0,01%, por lo que concluimos que $\beta_1 = \frac{dAcc}{dV}$ es diferente de cero. Los resultados de la estimación se presentan en la siguiente tabla:

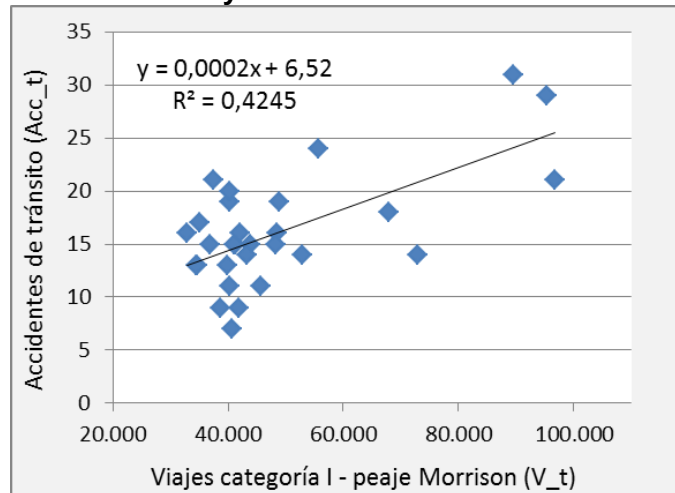
Tabla 5-65 Resultados de la estimación del modelo de accidentalidad vs viajes.

	Coefficiente	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
β_0	6,520023234	2,305033324	2,82860259	0,00870767	1,790485518	11,249561
β_1	0,000196805	4,40989E-05	4,4628085	0,00012892	0,000106321	0,00028729

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2012).

La recta estimada y los residuos de la estimación se presentan a continuación:

Figura 5-15 Estimados y residuos del modelo de accidentalidad.



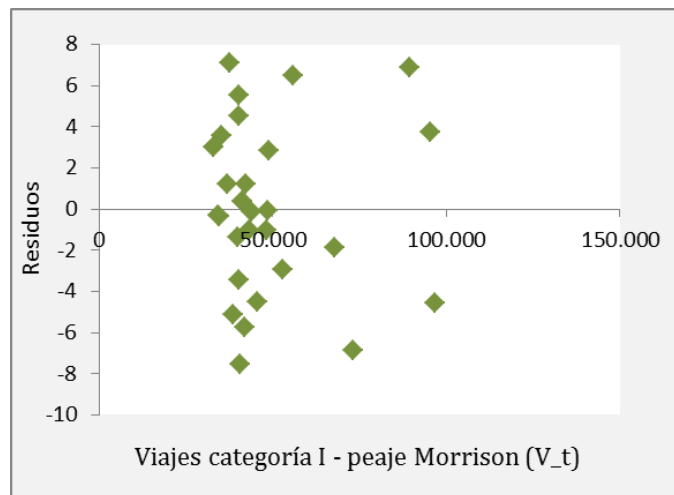
Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica

CONCESIONARIA



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	138 / 168

Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2012).

Vemos que los residuos se distribuyen uniformemente alrededor de la abscisa y no manifiestan ninguna tendencia, por lo que podemos concluir que se respetan los supuestos del modelo. Así pues, obtenemos una estimación del cambio marginal en el número de accidentes como resultado de una disminución del tráfico vehicular por el casco urbano de Aguachica: a saber, una reducción del flujo vehicular anual por Aguachica en un viaje conlleva a una reducción de 0,000197 accidentes anuales en Aguachica.

Por último, para mantener un cálculo conservador, suponemos que el flujo vehicular en el interior de Aguachica se reducirá en un 30% como resultado de la construcción de la variante; es decir, $\Delta V_a = 0,5$.

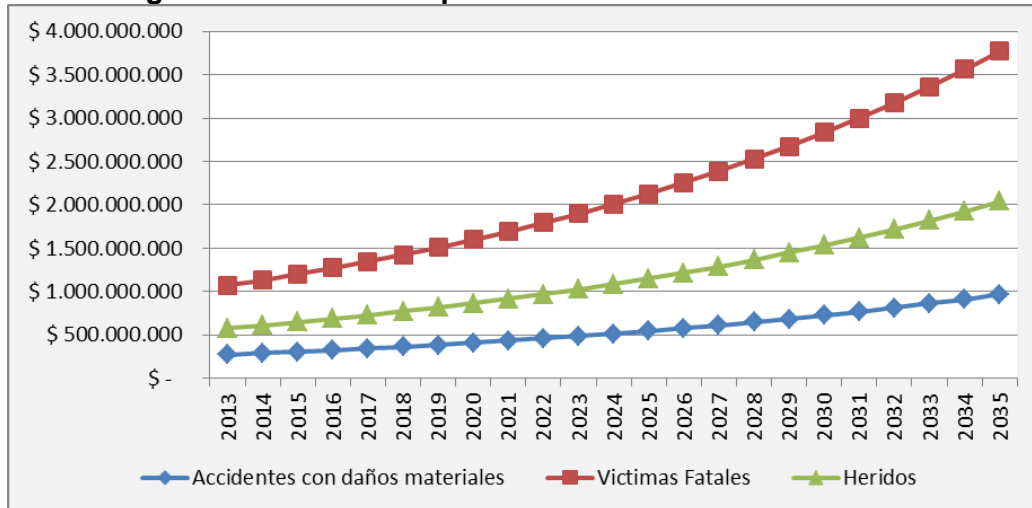
Los resultados del análisis de beneficios por la reducción de la accidentalidad, arrojan un valor presente neto de 31.629,1 millones de pesos colombianos de 2012, para el periodo de análisis del 2012 al 2035. Los beneficios anuales se presentan en la siguiente gráfica. Nótese que los beneficios tienen lugar a partir de la finalización del proyecto en el 2013.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	139 / 168

Figura 5-16 Beneficios por reducción en la accidentalidad.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012)

Beneficios por el salario diferencial en la generación de empleos en la zona

El proyecto generará empleo durante su fase de construcción. Estos nuevos empleos serán remunerados a una tarifa más alta que el salario de oportunidad de la zona, que para efectos de este estudio se ha asumido como el salario mínimo legal vigente. La diferencia entre el salario mínimo y el salario del proyecto, es el beneficio económico social que se contabilizará en este sub numeral.

La forma de cálculo usada para los beneficios por el salario diferencial en la generación de empleo del proyecto, contempla el salario de oportunidad y el número de empleos generados durante la construcción del proyecto. Para el caso del beneficio por la generación de empleo se usó la siguiente relación matemática:

$$bsd_a = n_a(sp - so)$$

Donde:

- bsd_a = Beneficios por la generación de empleo en el año a .
- sp = Salario del proyecto.
- so = Salario de oportunidad.
- n_a = Número de empleos generados por el proyecto en el año a .

El valor del salario del proyecto utilizado para el cálculo fue de \$700.000 pesos para el año 2012. El salario incremental se obtuvo de la diferencia entre el salario del proyecto y el SMMLV del año 2012. La siguiente tabla presenta los beneficios del diferencial salarial de la variante.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	140 / 168	

Tabla 5-66. Beneficios por la generación de empleo

Beneficios generación de empleo	
Trabajadores	40
SMLV 2012	566.700
Salario RS	700.000
Meses Construcción	9
Valor Nómina	\$ 252.000.000
Valor Salario de Oportunidad	\$ 204.012.000
Beneficios Diferencial Salarial	\$ 47.988.000

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente neto de los beneficios por el diferencial salarial asciende a 47,99 millones de pesos colombianos de 2012.

Beneficios por efectos fiscales: Impuestos.

De acuerdo a la metodología del MAVDT los valores de regalías, impuestos, etc. que el gobierno local o nacional perciba durante la construcción u operación del proyecto, se constituyen en beneficios que deben ser cuantificados. En esta sección se analiza el valor de los impuestos durante la etapa de construcción del proyecto.

Los impuestos pagados por el proyecto se componen de los aportes parafiscales y el Impuesto al Valor Agregado (IVA). El primero de estos corresponde al pago del 9% de su nómina por concepto de subsidios familiares (cajas de compensación familiar), instituto colombiano de bienestar familiar (ICBF) y el servicio nacional de aprendizaje (SENA). El IVA por su parte corresponde al pago del 16% del valor total básico del proyecto.

La siguiente tabla presenta los resultados de los impuestos pagados durante la construcción del proyecto. El IVA se calcula sobre el valor del costo de construcción (Valor Total Básico), presentado en el informe del plan de inversión del 1%. Por su parte, el valor de los aportes parafiscales se calcula en base al valor de nómina que se analiza en la sección de beneficios por el salario diferencial en la generación de empleos en la zona.

Tabla 5-67. Impuestos pagados por el proyecto.

Impuestos	
Valor Total Básico	\$ 16.368.000.000
Aportes Parafiscales	\$ 22.680.000
IVA	\$ 2.618.880.000
Total Impuestos	\$ 2.641.560.000

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	141 / 168	

El valor presente neto de los beneficios por efectos fiscales asciende a 2.641,56 millones de pesos colombianos del 2012.

Plan del 1%

De conformidad con lo establecido en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, “todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográficas que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto”⁸.

En la tabla que se presenta a continuación se encuentran consignados los beneficios del proyecto asociados al Plan de Inversión del 1%.

Tabla 5-68: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.

DESTINACIÓN DE RECURSOS	
Actividad	Valor Asignado
Cuenca hidrográfica de la Quebrada Norean	\$ 34.675.629
Cuenca hidrográfica de la Quebrada Buturama	\$ 34.675.629
Reforestación de 150 Ha de la quebrada Buturama Norean	\$ 69.351.258
TOTAL	\$ 138.702.517

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012)

De acuerdo con la tabla anterior, los beneficios del proyecto por el Plan de Inversión del 1%, ascienden aproximadamente a 120,73 millones de pesos de 2012.

Beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación


A continuación, se calcula el valor monetario de las estrategias de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las etapas de construcción y operación. Estos valores proceden del Plan de Manejo Ambiental (Ver Capítulo 7 de la Evaluación de Impacto Ambiental). La siguiente tabla, presenta el valor de cada una de las estrategias de manejo ambiental, junto con su valor.

⁸ Parágrafo del artículo 43 de la Ley de 1993

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	142 / 168	

Tabla 5-69. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación

PROGRAMAS	FICHA		COSTOS
PROGRAMA DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	GA-00	Programa de gestión socio-ambiental	\$293.409.000*
GESTIÓN AMBIENTAL			
MANEJO DEL SUELO (ABIÓTICO)	GA-01	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	\$15.532.500
	GA-02	Manejo de taludes	P.O**
	GA-03	manejo de materiales y equipos de construcción	P.O**
	GA-04	manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos	\$144.000
	GA-05	Manejo morfológico y paisajístico	P.O**
Subtotal			\$15.676.500
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO (ABIÓTICO)	GA-06	Manejo de residuos líquidos	\$10.800.000
	GA-07	Manejo de cruces de cuerpos de agua	P.O**
	GA-08	Manejo de la captación	P.O**
	GA-09	Manejo de escorrentía	P.O**
Subtotal			\$10.800.000
MANEJO DEL RECURSO AIRE (ABIÓTICO)	GA-10	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	P.O**
Subtotal			P.O**
MANEJO DEL SUELO (BIÓTICO)	GA-11	Manejo de remoción de cobertura vegetal, y descapote	\$162'000.000
	GA-12	Salvamento de fauna silvestre	\$28.200.000
	GA-13	Manejo del aprovechamiento forestal	\$29'240.000
Subtotal			\$ 219'440.000
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HABITATS (BIÓTICO)	GA-14	Protección y conservación de hábitats	P.O**
REVEGETALIZACIÓN Y PAISAJISMO (BIÓTICO)	GA-15	Revegetalización, reforestación y adecuación por afectación paisajística	\$40'355.433
COMPENSACIÓN (BIÓTICO)	GA-16	Manejo de la compensación forestal	\$45.439.600
	GA-17	Pasos de fauna y señalización	\$25.000.000
Subtotal			\$105'756,633
GESTIÓN SOCIO-ECONÓMICA			
GESTIÓN SOCIAL	GS-18	Educación y capacitación ambiental al personal vinculado al proyecto	\$10.000.000
	GS-19	Información y participación comunitaria	\$13.300.000
	GS-20	Adquisición predial y traslado de población	P.O**
	GS-21	Apoyo a la capacidad de gestión institucional	P.O**
	GS-22	Capacitación y educación ambiental a la	\$2.300.000

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	143 / 168	

PROGRAMAS	FICHA	COSTOS
		comunidad aledaña al proyecto
	GS-23	Contratación de mano de obra local
	GS-24	Accesibilidad y seguridad de la población del área de influencia del proyecto
	GS-25	Apoyo al comercio local
	GS-26	Fomento a la seguridad vial
	GS-27	Restitución de infraestructura
	GS-28	Manejo de redes de servicios públicos
Subtotal		\$113.000.000
TOTAL		\$763'120.533

*Los costos del personal aquí incluidos corresponden a la gestión socio-ambiental de la construcción de la variante de Aguachica.

**P.O: Costos incluidos en el Presupuesto de Obra
Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012)

Beneficios por transferencias locales: uso de recursos naturales durante la construcción y operación del proyecto.

Seguindo la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT, el valor de las transferencias locales que se perciben durante la construcción u operación del proyecto, constituyen beneficios que deben incorporarse dentro del análisis económico. Por tal motivo, esta sección estudia el valor de las transferencias locales por el uso de agua y el aprovechamiento forestal durante la etapa de construcción del proyecto.

Beneficios por Transferencias locales en el Aprovechamiento forestal.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de aprovechamiento forestal. Los volúmenes estimados de aprovechamiento forestal se presentan a continuación.

Tabla 5-70. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.

	Volumen total	Volumen comercial
Aprovechamiento forestal	229,51 m ³	106,9 m ³

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012)

Se utilizó un valor promedio de tasa de aprovechamiento de \$18.000 pesos por metro cúbico de aprovechamiento forestal. El valor de los beneficios por concepto de aprovechamiento forestal del **volumen comercial** aprovechado durante el proyecto, se presentan a continuación.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	144 / 168	

Tabla 5-71. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.

	Valor total de las transferencias por tasa de aprovechamiento forestal.
Beneficios por aprovechamiento forestal	\$ 1'924.218

Fuente: AMBIOTEC LTDA. Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Beneficios por transferencias locales, tasa de uso del agua.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de uso del agua. Las fuentes que se usarán durante la fase de construcción y operación se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 5-72. Fuentes hídricas.

ABSCISA RUTA 45-14	DESCRIPCIÓN	Long. Aferente (m)	Q concesionado Res.No.861/2011 (L/s)	Q solicitado (L/s)
60+600	Quebrada Aguas Claras	9.900	0,3	0,1
75+225	Quebrada Noreán	6.100	0,2	0,1

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012)

Los volúmenes de agua que se utilizarán durante la fase de construcción se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5-73. Demanda de agua durante la construcción.

Tramo	Caudal unitario (m ³ /día/km)	Distancia (Km)	Tiempo de Obra		% del tiempo de Suministro	Volumen total (m ³)
			Meses	Días		
Fin tramo 5, Inicio tramo 6	2	6,39	9	270	60%	2.070
Volumen total de agua (m ³) para dos calzadas						4.140

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2012)

Los valores de las tasas por uso de agua se presentan en la siguiente tabla. Se ha asumido un factor regional igual a 6, el cual es aplicado por CORPOCESAR.

Tabla 5-74. Tasas por uso de agua.


Corporación Autónoma	Tarifa mínima por m ³ de agua 2008	Factor Regional	Pesos del año 2008	Pesos del año 2012
CORPOCESAR	\$ 0,62	6	\$ 3,72	\$ 4,34

Fuente: CORPOCESAR, CAR. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Suponiendo que el pago se realice al finalizar la etapa de construcción del proyecto, el valor de los beneficios por este concepto ascienden a \$17.950 pesos de 2012.

Costos por servicios ambientales de los bosques

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	145 / 168



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

La afectación de los servicios ambientales del bosque se incluye en los costos de la valoración económica de impactos debido a la presencia de zonas con alta densidad de vegetación y zonas de bosque de galería al borde del cauce de los ríos a intervenir, las cuales se constituyen en zonas ambientalmente sensibles por albergar algunas especies bajo riesgo de amenaza, por su función de corredor biológico e interconector de la biota y porque corresponden a la única cobertura boscosa dentro del área de estudio. En esta sección se presenta una revisión de la literatura internacional, acerca de los servicios ambientales que prestan los bosques y se resume la metodología de cálculo para determinar los costos por afectar las zonas de bosque que se encuentran en el área intervenida.

Pérez, García & Sayer (2007) afirman que los bosques, además de ser los sistemas terrestres más extensos, tienen un gran valor en términos de biodiversidad y desempeñan funciones ambientales importantes, tanto a nivel local como a nivel global.

De acuerdo con Beer et al (2003), dentro de los principales servicios de los bosques se encuentran el mantenimiento de la fertilidad del suelo, reducción de la erosión, fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, conservación de la calidad y cantidad de agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados. Adicional a eso, los autores hacen énfasis en los productos de uso comercial o familiar, como es el caso de la leña, la madera y los frutos.

Por su parte, Pérez, García & Sayer (2007) y la CEPAL (2003) centran la evaluación económica de servicios ambientales de los bosques en cuatro componentes fundamentales: biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrogeológico y educación/recreación. De los anteriores, los servicios de educación y recreación se han ido incorporando gracias a la creciente conciencia ambiental en las poblaciones; la fijación de carbono se ha vuelto un componente relevante dada la importancia de las emisiones de CO₂ y su relación con el cambio climático; y la conservación de la biodiversidad y las funciones sobre las cuencas hidrográficas, son los servicios ambientales de los bosques que llevan más tiempo siendo reconocidos (Pérez, García, & Sayer, 2007). En la tabla que se presenta a continuación se encuentran resumidos los principales mercados ambientales para cada uno de los cuatro componentes nombrados anteriormente.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	146 / 168	

Tabla 5-75. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.

Mercado de Servicio	Producto Ofrecido	Oportunidades
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas • Derecho de Bioprospección • Concesiones para la conservación 	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia creciente • Aumento y diversificación de mercados • Innovación en diseño de productos y sistemas de pago • Mercados Nacionales e internacionales
Carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de reducción de emisiones • Créditos de compensación de emisiones • Volumen asignado de emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolución desde acuerdos individuales a pequeña escala hasta acuerdos internacionales a gran escala • Mercados Nacionales e internacionales
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de gestión de cuencas • Créditos de calidad de aguas • Derechos de aguas 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de identificar proveedores y beneficiarios • Mercados Nacionales
Escénico-Recreativo	<ul style="list-style-type: none"> • Derechos de entrada • Servicios de ecoturismo • Acuerdos de gestión de recursos naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo entre biodiversidad y valor escénico • Mercados Nacionales e Internacionales


Fuente: (Pérez, García, & Sayer, 2007)

En la tabla que se presenta a continuación se encuentra consignado el valor de cada uno de los servicios ambientales principales prestados por los bosques:

Tabla 5-76. Valor de los servicios ambientales de los bosques

Servicio Ambiental	Bosque Primario	Bosque Secundario
	(dólares/ha/año)	(dólares/ha/año)
Fijación de Carbono	38	29
Protección de Agua	5	3
Protección de Biodiversidad	10	6
Recreación	5	3
Total	58	41

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	147 / 168	

En la tabla anterior, la columna de bosque primario hace referencia a los bosques compuestos por especies nativas de árboles en los que no ha habido alteraciones a causa de actividades antrópicas, y el bosque secundario hace referencia a aquel que se regenera después de ser despejado por causas naturales o como producto de actividades como la ganadería y la agricultura.

Los costos por servicios ambientales del bosque en el proyecto están relacionados con el área de aprovechamiento forestal. Teniendo en cuenta el volumen de aprovechamiento autorizado por el MADS (80,29 metros cúbicos), el área total de aprovechamiento es aproximadamente 0,30 hectáreas (una hectárea de bosque densamente poblado tiene aproximadamente 267 metros cúbicos).

Para el cálculo de los costos por los servicios ambientales del bosque, se escogió el valor correspondiente a los costos de servicios ambientales del bosque primario que se encuentran en la tabla anterior. Dicho valor se transformó a valor presente y a pesos colombianos teniendo en cuenta la tasa de cambio y el IPP. Dicha información se encuentra resumida en la siguiente tabla.

Tabla 5-77. Costos por servicios ambientales del bosque

Servicios Ambientales	Valores a 2003 (dólares/ha/año)	Valores a 2011 (dólares/ha/año)	Valores a 2012 (pesos/ha/año)
Fijación de Carbono	29	41	77.182,44
Protección de Agua	3	4	7.984,39
Protección de Biodiversidad	6	8	15.968,79
Recreación	3	4	7.984,39
Total	41	57	\$ 109.120,00

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003) y cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)


Con base en los valores de la tabla anterior y teniendo en cuenta el área de aprovechamiento forestal autorizada para diferentes actividades en el centro poblado, se calcularon los costos por los servicios ambientales del bosque durante los nueve meses que dura la construcción del proyecto, cuando aún no se observan los beneficios de los programas incluidos en el Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 5-78. Costos por servicios ambientales del bosque

	M3 Aprovechamiento Forestal	Hectáreas	Costo por servicios ambientales
Variante Aguachica	229,51	0,86	\$ 93.798

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica				
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	148 / 168



Costos por restricción de la movilidad durante la fase de construcción.

El cálculo de los costos en que incurrirán los usuarios del corredor vial por los mayores tiempos de viaje dadas las restricciones durante la fase de construcción, se realizó usando la siguiente expresión:

$$crm_a = \sum_{c=1}^{c=C} k * v_{a,c} * \Delta K_{a,c} * vs$$

Donde:

- crm_a = Costos por restricción de la movilidad del paso vial en el año α .
- k = Número de Km del paso vial.
- $v_{a,c}$ = Número de viajes en el año α de la categoría de peaje c .
- $\Delta K_{a,c}$ = Aumento en los costos de transporte por Km de la categoría c en el año α .
- vs = Porcentaje de vía nueva sobrepuesta en la vía actual del paso vial.

Dado que el corredor vial existente se intervendrá de manera alternativa, los costos de viajes por los mayores tiempos de viaje durante la fase de construcción se calcularon para un aumento en los costos de viaje del 5%. Se pondera por el porcentaje de vía sobrepuesta porque parte de las obras tendrán lugar por fuera del corredor actual y, por tanto, no generarán restricciones en la movilidad. El valor utilizado para vs fue del 40,51% (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012).

Los costos por kilómetro calculados se presentan en la tabla de la página siguiente. El valor total de los costos por la restricción a la movilidad durante la construcción de la variante asciende a 380,33 millones de pesos de 2012.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	149 / 168

Tabla 5.3.5-79 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

Concepto	Categoría Vehículo					Cambios Porcentuales por Categoría					Cambios por Categoría				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Automóvil, camper o y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta, ...	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	% Δk _{C=1}	% Δk _{C=2}	% Δk _{C=3}	% Δk _{C=4}	% Δk _{C=5}	Δk _{C=1}	Δk _{C=2}	Δk _{C=3}	Δk _{C=4}	Δk _{C=5}
Costos Variables (por KM)	Consumo promedio de combustible		\$ 570,76	\$ 492,93	\$ 884,65			5%	5%	5%			\$ 28,54	\$ 24,65	\$ 44,23
	Consumo de llantas		\$ 178,03	\$ 289,40	\$ 483,36			5%	5%	5%			\$ 8,90	\$ 14,47	\$ 24,17
	Consumo de lubricantes		\$ 44,16	\$ 68,22	\$ 82,94			5%	5%	5%			\$ 2,21	\$ 3,41	\$ 4,15
	Consumo de filtros		\$ 12,20	\$ 28,13	\$ 45,29			5%	5%	5%			\$ 0,61	\$ 1,41	\$ 2,26
	Mantenimiento		\$ 256,26	\$ 422,18	\$ 490,61			5%	5%	5%			\$ 12,81	\$ 21,11	\$ 24,53
	Lavado y engrase		\$ 31,14	\$ 39,94	\$ 48,94			5%	5%	5%			\$ 1,56	\$ 2,00	\$ 2,45
	Imprevistos		\$ 39,14	\$ 63,59	\$ 86,34			5%	5%	5%			\$ 1,96	\$ 3,18	\$ 4,32
Costo variable promedio	\$ -	\$ -	\$ 1.131,69	\$ 1.404,38	\$ 2.122,14						\$ -	\$ -	\$ 56,58	\$ 70,22	\$ 106,11
Costos Fijos (Miles)	Seguros		\$ 936.701,25	\$ 2.034.533,41	\$ 2.085.549,71			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	Salarios y Prestaciones básicas		\$ 1.398.439,33	\$ 1.398.439,33	\$ 1.398.439,33			5%	5%	5%			\$ 69.921,97	\$ 69.921,97	\$ 69.921,97
	Parqueadero		\$ -	\$ -	\$ -			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica




Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	150 / 168

Concepto	Categoría Vehículo					Cambios Porcentuales por Categoría					Cambios por Categoría				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	Automóvil, camper o y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta, ...	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	% $\Delta k_{C=1}$	% $\Delta k_{C=2}$	% $\Delta k_{C=3}$	% $\Delta k_{C=4}$	% $\Delta k_{C=5}$	$\Delta k_{C=1}$	$\Delta k_{C=2}$	$\Delta k_{C=3}$	$\Delta k_{C=4}$	$\Delta k_{C=5}$
			109.526,80	131.064,84	160.468,64										
Impuestos de rodamiento			\$ 13.646,16	\$ 24.290,12	\$ 41.480,02			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
Recuperación de Capital			\$ 1.096.876,56	\$ 2.877.548,32	\$ 3.196.592,62			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
Costo Total Fijo	\$ -	\$ -	\$ 3.555.190,09	\$ 6.465.876,02	\$ 6.882.530,31						\$ -	\$ -	\$ 69.921,97	\$ 69.921,97	\$ 69.921,97
Costo Total (por Km conducido por Mes)	\$ 842,60	\$ 2.646,90	\$ 1.502,02	\$ 2.077,91	\$ 2.839,07	5%	5%				\$ 42,13	\$ 132,34	\$ 63,87	\$ 77,50	\$ 113,39

Valores a precios del 2012

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	151 / 168	

Adicionalmente, se tiene el costo de los conductores en cuanto al menor confort de la vía y a la sensación de menor seguridad durante la construcción de la variante. La estimación de estos costos sigue el razonamiento de la estimación de los beneficios por mayor confort una vez que la variante entre en operación. La medida de beneficio o Disponibilidad a Pagar (DAP) de un conductor típico de cada categoría se estimó con información primaria recopilada en el tramo dos de la Ruta del Sol. Dado que las obras se realizarán de manera intermitente, se supuso que los costos en DAP durante la construcción de la variante corresponden al 35% de los beneficios en la fase de operación. Así, la forma de cálculo usada para los costos por cambios en la DAP fue:

$$cdap_{\alpha} = \sum_{c=1}^c 35\% * DAP_{\alpha,c} * v_{\alpha,c}$$

Donde:

- $cdap_{\alpha}$ = Beneficios por disponibilidad a pagar en el año α .
- $DAP_{\alpha,c}$ = Disponibilidad a pagar por mayor confort y sensación de más seguridad en un paso vial en el año α y en un vehículo de la categoría c .
- $v_{\alpha,c}$ = Número de viajes de la categoría c en el año α .


Para el cálculo de los costos, se utilizaron datos del estudio “Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)” (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011a) presentados en la **Tabla 5-60**. Siguiendo la recomendación del panel NOAA, se utilizó el 50% de la medida estimada del DAP. Los valores utilizados en el cálculo son el 50% de los valores promedio de la tabla, dividido por el número de pasos urbanos de la Ruta del Sol Sector II⁹. Se ajustó además por el 35%, para incorporar la naturaleza intermitente de las obras en el análisis. Los datos de viajes por tramo por categoría utilizados para el cálculo de los beneficios son estimaciones a partir de datos de facturación de los peajes de la Ruta del Sol entre junio 2009 y junio 2010.

Los costos por DAP por incomodidades durante la construcción de la variante ocurren durante la fase de Construcción (mayo 2012 – febrero 2013) y ascienden a \$ 375.743.732 a precios del 2012.

Costos de construcción del proyecto

Los costos de construcción corresponden a los calculados como parte del Plan de Inversión del 1% (ver capítulo 11 del EIA). Así, los costos de construcción de la variante ascienden a \$ 13.870'251.688 pesos de 2012 y tienen lugar entre mayo de 2012 y febrero de 2013. El valor en precios cuenta de los costos de construcción es de \$ 10.618'509.882 pesos.

⁹ Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec Ltda, 2012).

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 CONCESSIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Vial Ruta del Sol Sector 2
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	152 / 168	

Costos por pérdida de ingresos del comercio local

De la base de datos que contiene los negocios identificados durante la fase de recolección primaria por parte del equipo del EIA fue posible obtener aquellos establecimientos comerciales instalados en el centro poblado. En dicha base de datos, se identificaron las unidades de negocios que prestan servicios asociados directamente con la vía. Las principales actividades asociadas a ellas son la venta de comidas y bebidas, restaurantes y cafeterías, venta de artículos y artesanías, hoteles y monta llantas.

Según el Plan de Desarrollo de Aguachica (Alcaldía Municipal de Aguachica, 2008-2011, pág. 33), para el 2007 había 435 negocios comerciales y de servicios en la cabecera municipal registrados en la Cámara de Comercio de Aguachica. Ajustando con el crecimiento del IPP, obtenemos un estimado de 504 negocios comerciales y de servicios registrados para 2012. Según el DANE (2005) hay 2.862 negocios (registrados y no registrados) en Aguachica, de los cuales 2413 (el 84,3%) se dedican a actividades comerciales y de servicios. La tabla que sigue a continuación presenta la procedencia de los clientes de los establecimientos comerciales y de servicios afectados, así como su participación en el comercio total de Aguachica:


Tabla 5-80. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.

Procedencia de los clientes	Frecuencia	Porcentaje	Participación en el total de negocios registrados en la Cámara de Comercio de Aguachica (504)	Participación en el total de negocios de Aguachica (2.413)
De la vía	64	52,9%	12,7%	2,7%
Del poblado	29	24,0%	5,8%	1,2%
Del poblado y de la vía	17	14,0%	3,4%	0,7%
N.R.	11	9,1%	2,2%	0,5%
Total	121	100,0%	24,0%	5,0%

Fuente: (AMBIOTEC LTDA., 2010), (Alcaldía Municipal de Aguachica, 2008-2011), (DANE, 2005).

Vemos que el 24% de los negocios comerciales y de servicios registrados en la Cámara de Comercio y el 5% del total de negocios comerciales y de servicios de Aguachica se encuentran sobre el corredor vial. De este 24% y este 5%, el 66,9% de los negocios están relacionados con la vía actual, y el 52,9% depende exclusivamente de los clientes de la vía. Es decir que, de la totalidad de negocios comerciales y de servicios registrados en Aguachica, el 16,1% atiende clientes de la vía y el 12,7% depende exclusivamente de clientes de la vía. Asimismo, del total de negocios comerciales y de servicios de Aguachica, sólo el 3,4% atiende a clientes de la vía y el 2,7% depende exclusivamente de clientes de la vía.

En el flujo de bienes y servicios se incluirá un posible impacto sobre la dinámica económica de los pequeños negocios del centro poblado, teniendo en cuenta que el 66,9% de los clientes de los negocios afectados son usuarios de la vía y que la construcción de la variante se constituye en una forma de aislamiento de los establecimientos comerciales. El cálculo se llevará a cabo asumiendo que estos establecimientos ven deterioradas sus utilidades en un 20% en el primer año, en un 10%

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	153 / 168	

en el segundo y en un 5% en el tercero. Del cuarto año en adelante, el impacto sobre las utilidades se anula. Lo anterior en la medida en que los estudios de referencia en otros países han mostrado que el impacto de las derivaciones y circunvalares sobre pequeñas poblaciones es de carácter transitorio, ajustándose las unidades de negocio a la nueva dinámica económica en el largo plazo.

Con base en la utilidad promedio anual de una unidad de negocio típica de la zona¹⁰, el número de unidades comerciales que depende de los usuarios de la vía y el porcentaje de pérdidas en los primeros tres años de operación del proyecto, se obtuvo que el Valor Presente de dichas pérdidas, a precios del 2012 y con una tasa de descuento del 8,5%, asciende a \$ 261'210.148 pesos. La siguiente tabla presenta el valor de las pérdidas entre el año 2012 y el 2015, a precios corrientes.

Tabla 5-81. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.

Año	2012	2013	2014	2015
Variante	\$ -	\$ 255.126.651,31	\$ 127.563.325,66	\$ 63.781.662,83
Tasa	8,50%			
VPN	\$ 393.434.293			

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S., diciembre 2011)

Por último, el Plan de Manejo Ambiental del proyecto tiene contemplado en la ficha GS-25 un programa de “APOYO AL COMERCIO LOCAL” el cual tiene como objetivo la Implementación de estrategias de acompañamiento a los comerciantes ubicados en corredor vial existente para mitigar los impactos económicos de su aislamiento con parte de los clientes que provienen de la vía. Si bien el monto de inversión de este programa es de \$20'000.000, se espera que en el mediano y largo plazo ayude a “evitar la disminución de ingreso económico de las unidades sociales afectadas por el proyecto” y mejore su calidad de vida y sus habilidades comerciales y empresariales. Este beneficio no se incluye en esta sección pues ya se tuvo en cuenta en los beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación.

¹⁰ Con base en la información primaria recolectada por Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b), las utilidades mensuales típicas fueron estimadas en \$ 1'201.013,51 pesos del 2010, que equivale a utilidades anuales de \$ 15'289.863 a precios del 2012.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	154 / 168

5.3.5 Flujos de costos y beneficios, cálculo de indicadores de rentabilidad social.

En este numeral se presenta el análisis de los flujos de costos y de beneficios del proyecto, este análisis se realizó a precios corrientes y también a precios cuenta en el caso de los costos de construcción y operación. También, se presentan en este capítulo los resultados del cálculo de la relación costos beneficio y un análisis de sensibilidad de dicha relación para diferentes tasas de descuento. En la siguiente tabla se presentan los costos del proyecto en millones de pesos. A continuación se presentan los flujos de costos del proyecto:

Tabla 5-82. Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Costos del Proyecto (millones de pesos)																								
Costo por Servicios Ambientales de los Bosques	0,094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos Restricción Movilidad Durante la Construcción	380,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos por Reducción en Confort durante la Construcción	357,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Construcción a Precios Cuenta	10.619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos por pérdida en el comercio local relacionado con la vía	0	255,1	127,6	63,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costos	11.375	255	128	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente de los costos del proyecto, a precios del 2012, asciende a 11.750,1 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto:

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica



Proyecto Vial
Ruta del Sol Sector 2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	155 / 168

Tabla 5-83. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Beneficios del Proyecto (millones de pesos)																								
Beneficios reducción población expuesta a contaminación del aire	0	57,5	59,8	62,3	64,8	67,4	70,1	72,9	75,8	78,7	81,7	84,9	88,1	91,4	94,8	98,3	102,0	105,7	109,5	113,4	117,5	121,6	125,9	130,2
Beneficios por Reducción Población expuesta a Ruido	0	44,2	46,1	48,0	49,9	51,9	54,0	56,1	58,3	60,6	62,9	65,3	67,8	70,4	73,0	75,7	78,5	81,3	84,3	87,3	90,4	93,6	96,9	100,3
Beneficios por Reducción de los Costos de Transporte	0	2.046	1.988	2.162	2.356	2.567	2.797	3.048	3.321	3.619	3.944	4.298	4.683	5.103	5.561	6.059	6.603	7.195	7.840	8.543	9.309	10.144	11.054	12.045
Beneficios por Aumento de Confort en la Variante	0	1.112	1.211	1.320	1.438	1.567	1.708	1.861	2.028	2.210	2.408	2.624	2.859	3.116	3.395	3.700	4.032	4.393	4.787	5.216	5.684	6.194	6.749	7.355
Beneficios por aumento en el precio de la finca raíz	27.936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios por Disminución en el Riesgo de Accidente	0	1.926	2.040	2.160	2.287	2.421	2.564	2.714	2.874	3.043	3.222	3.412	3.613	3.825	4.050	4.289	4.541	4.808	5.091	5.391	5.708	6.044	6.399	6.776
Beneficios de Efectos Fiscales	2.642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios Salario Diferencial	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios por Plan de Inversión del 1%	81,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios Estrategia Manejo Ambiental	786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios de Transferencias Locales	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica




Proyecto
Vial
Ruta del
Sol Sector
2

CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	156 / 168

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Beneficios del Proyecto (millones de pesos)																								
Total Beneficios	31.4 95	5.1 85	5.3 45	5.7 52	6.1 96	6.6 75	7.1 93	7.7 53	8.3 58	9.0 12	9.7 19	10.4 84	11.3 11	12.2 06	13.1 74	14.2 22	15.3 56	16.5 83	17.9 12	19.3 51	20.9 09	22.5 97	24.4 25	26.4 06
Total Beneficios- Costos	18.2 26	4.9 30	5.2 17	5.6 88	6.1 96	6.6 75	7.1 93	7.7 53	8.3 58	9.0 12	9.7 19	10.4 84	11.3 11	12.2 06	13.1 74	14.2 22	15.3 56	16.5 83	17.9 12	19.3 51	20.9 09	22.5 97	24.4 25	26.4 06

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
CÓDIGO	REVISIÓN	FECHA APROBACIÓN	ACCESO	(HOJA / HOJAS)	
PR-RS-GAM-0034	00	Febrero-2012	Sin restricción	157 / 168	

La anterior tabla muestra que el flujo de beneficios es siempre creciente y para el último año de análisis alcanza 26.406 millones de pesos. El valor presente neto de estos beneficios con una tasa de descuento del 8,5% asciende a 129.931 millones de pesos colombianos del 2012. Las relación costo beneficio del proyecto con una tasa de descuento de 8,5% es de 9,6. Su cálculo se resume en la siguiente tabla:

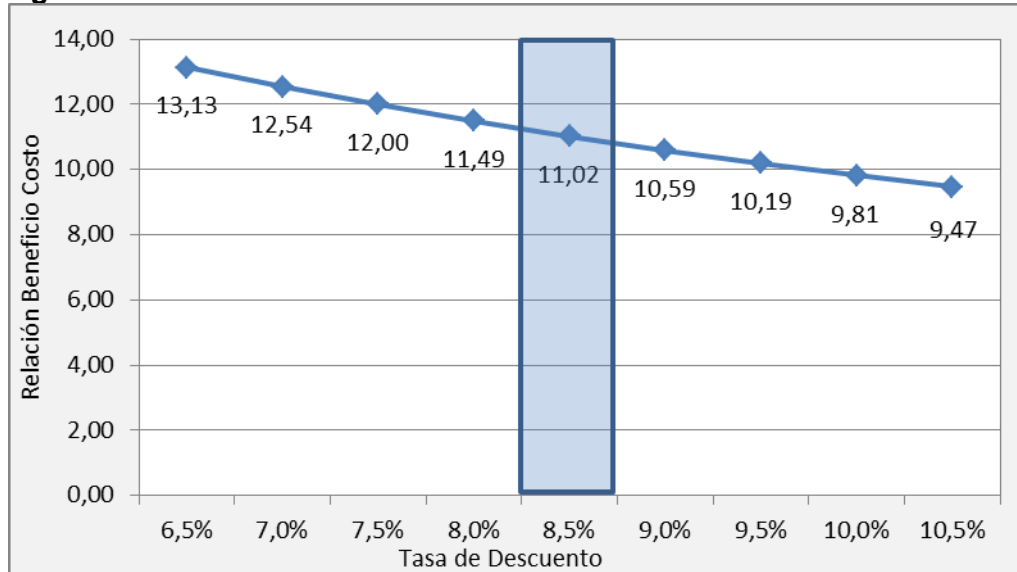
Tabla 5-84. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.

VP Beneficios del Proyecto (en millones de pesos)	VP Costos del Proyecto (en millones de pesos)	Tasa	RB/C
129.931,35	11.750,1	8,5%	11,02

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., diciembre 2011)

Un análisis de sensibilidad de la relación costo beneficio se presenta en la siguiente gráfica.

Figura 5-17 Relación Beneficio Costos con diferentes tasas de descuento.



Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

De acuerdo con la gráfica anterior, la relación beneficio costo del proyecto utilizando una tasa de descuento del 10,5% es de 9,47. La relación beneficio costos utilizando una tasa de descuento de 6,5% es de 13,13.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	158 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

5.3.6 Conclusiones y recomendaciones.

El proyecto es rentable socioeconómicamente, el análisis de sensibilidad del indicador costos beneficio del proyecto a las diferentes tasas de descuento, muestra que con tasas que oscilan entre 6,5% y 10,5%, el indicador costos beneficio va de 9,47 a 13,13. Con una tasa del 8,5% el indicador costos beneficio es de 11,02. Es decir, por cada peso invertido en el proyecto la sociedad recibe 11,02 pesos. Usando la tasa de descuento más alta (10,5%), el proyecto sigue siendo rentable socioeconómicamente con un indicador costos beneficio de 9,47.

El aporte de cada costo y cada beneficio se presenta en la siguiente gráfica:


Figura 5-18 Distribución del Valor Presente de los Beneficios y costos en el Proyecto.




Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., enero 2012)

El valor presente neto del proyecto asciende a 116.269,1 millones de pesos de 2012. De los 129.931,7 millones de pesos a 2012 que constituyen los beneficios del proyecto, el 50,3% está representado por el ahorro en los costos de transporte y los beneficios por aumento en confort, el 24,3% por los beneficios en la reducción de la accidentalidad y el 21,5% por el aumento en los precios de la finca raíz. El 3,8% restante corresponde a la suma de los beneficios fiscales, los beneficios por la reducción en los niveles de contaminación en el aire y de ruido, el diferencial salarial, las transferencias locales por uso de recursos y el valor del plan de manejo ambiental y del plan de inversión del 1%.

Los costos totales del proyecto (incluidos los costos ambientales y sociales) ascienden a 11.750,1 millones de pesos de 2012. El 90,4% de estos costos corresponden a los costos de construcción de la variante, en el periodo 2012 a 2013. El 6,3% de los costos corresponden a las restricciones a


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	159 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

la movilidad y a la reducción en el confort durante la construcción y el restante 3,3% corresponde al impacto sobre el comercio local asociado con la vía y a los costos por servicios ambientales de los bosques.


Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	160 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Bibliografía.


- Campbell D., Tennant M. (2008). *The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley*. Real Estate Investment Network.
- Adriaenssens, V., Baets, B. D., Goethals, P. L., & Pauw, N. D. (2004). Fuzzy Rule-based Models for Decision Support in Ecosystem Management. *The Science of the Total Environment*, 319(1-3), 1-12.
- Ambiotec Ltda. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental para el Segundo Proceso de Licenciamiento del Proyecto Ruta del Sol Sector 2*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante La Mata*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Líbano*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Morrison*. Bogotá.
- AMBIOTEC LTDA. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental Primer proceso de Licenciamiento Ruta del Sol Sector Dos*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2011). Capítulo 5: Evaluación Ambiental. En C. R. Sol, *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Ruta del Sol Sector 2, Segundo Proceso*. Bogotá.
- AMBIOTEC Ltda. (2011). *EIA paso vial Inspección de Puerto Libre*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica*. Bogotá.
- Ashenfelter Orley . (2005). *Measuring the Value of a Statistical Life: Problems and Prospects*.
- Asia Development Bank. (2007). *Socioeconomic Effects of Road Improvements*.
- Basili, M., & Zappia, C. (2009). Shackle and Modern Decision Theory. *Metroeconomica*, 60(2), 245-282.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10, 80-87.
- Blaei y otros. (2003). *The value of statistical life in road safety: A meta-analysis, accident analysis and prevention*.
- Boarnet y Otros. (2001). *News Highways, houses price and Urban development*.
- Boarnet, Marlon y otros . (2000). *New Highways, Urban Development, And Induced Travel*.
- Bojórquez-Tapia, L., Juárez, L., & Cruz-Bello, G. (2002). Integrating Fuzzy Logic, Optimization, and GIS for Ecological Impact Assessments. *Environmental Managment*, 30(3), 418-433.
- Caballero Quintero, Y. (2006). *Revista electrónica de difusión científica – Universidad Sergio Arboleda Bogotá – Colombia*. Recuperado el 2010, de Valorización De La Tierra Rural En Colombia.
- Campos, A. d., & Mello, R. d. (2006). A Decision Support Method for Environmental Impact Assessment using a Fuzzy Logic Approach. *Ecological Economics*, 58(1), 170-181.
- Carpintero. (2005). *Infraestructuras de transporte y desarrollo económico*.
- Carriazo, F. (1999). *Impactos de la contaminación del Aire en el precio de la Vivienda*. Bogotá: UNIANDES.
- Cena, L., Keren, N., Li, W., Carriquiry, A., Pawlovich, M., & Freeman, S. (2011). A Bayesian assesment of the effect of highway bypasses in Iowa on crashes and crash rate. *Journal of Safety Research*, 241-252.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2003). *Ejemplo de cálculo de los daños ambientales*. Recuperado el 20 de Mayo de 2011, de http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVe.pdf
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (N.A.). *Chapter 1: Data Envelopment Analysis, History, Models and Interpretations*. Recuperado el 21 de 11 de 2011, de [www.wpi.edu: http://users.wpi.edu/~jzhu/dea/hbchapter1.pdf](http://users.wpi.edu/~jzhu/dea/hbchapter1.pdf)
- DANE. (2005). *Boletín Censo General 2005 Perfil La Gloria Cesar*.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	161 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


- DANE. (2005). *Boletín Censo General 2005 Perfil San Martín, Cesar*. Bogotá.
- DANE. (2005). *Proyecciones de población 2005-2020 total por sexo y grupos de edad*. Recuperado el 4 de Enero de 2012, de www.dane.gov.co: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/VisorCertificaPPO_Oct11.xls
- Department of Transportation (DOT). (2009). *Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – Annual Revision*.
- Derycke, Pierre-Henri. (1971). *La economía urbana; Colección nuevo urbanismo*.
- DNP. (2009). *Documento CONPES 3571: IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO VIAL “AUTOPISTA RUTA DEL SOL”*.
- European Investment Bank (EIB). (1998). *Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional development*.
- Filippo, S., Martins, P., & Kahn, S. (2007). A Fuzzy Multi-Criteria Model applied to the Management of the Environmental Restoration of Paved Highways. *Transportation Research. Part D, Transport and Environment*, 12(6), 423-436.
- Fondo de Prevención Vial. (2002). *Ministerio de Transporte*. Recuperado el 1 de Julio de 2010, de <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/PDF/ACCIDENTALIDAD.pdf>
- Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. (2010). *Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez*. Recuperado el 13 de Mayo de 2010, de <http://www.accionambiental.org/index.php>
- Gallego Losada, R., Alonso Neira, M. Á., & Pires Jiménez, L. (s.f.). *La ampliación del transporte público en Madrid y su impacto sobre el precio de la propiedad residencial: un análisis a partir del modelo de “precios hedónicos”*.
- Giuliano, G. (1989). *Research and Policy Review 27: New Directions for Understanding Transportation and Land Use*.
- Giuliano, G. (1995). *The Weakening Transportation-Land Use Connection*. .
- Gobernación de Cundinamarca. (2006). *Análisis financiero e impacto socioeconómico del peaje Guayabal. Carretera por concesion Los Alpes-Villeta-Chuguacal-Cambao*.
- González, B., Adenso-Díaz, B., & González-Torre, P. (2002). A Fuzzy Logic Approach for the Impact Assessment in LCA. *Resources, Conservation and Recycling*, 37(1), 61-79.
- Goodland, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(Annual Reviews), 1-24.
- Gouvêa Campos, V. B., & Sampedro Tamayo, A. (s.f.). *Efecto de los elementos de la infraestructura viaria sobre la seguridad de la circulación*. Recuperado el 2010, de [www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(1\).pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(1).pdf)
- Goyeneche, F. (2003). *Efecto de la Erosión en el Precio de la Tierra y sus implicaciones de Política*. Bogotá: UNIANDES.
- Hernandez Hernandez, D. (2004). *Impacto de las políticas de recuperación de cuerpos de agua sobre el valor del arrendamiento de la vivienda en Bogotá*. Bogotá.
- Hernández, E., & Carrillo, M. D. (2003). Valoración de las Pérdidas de Bienestar Causadas por el Ruido en la Población Usando Métodos de Valoración Contingente. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 60-65.
- Hoesli, M., Thion, B., & Watkins, C. (1997). A Hedonic Investigation of the rental value of Apartments in Central Bordeaux. . *Journal of Property Research* , 15-26.
- Huang, W. . (1994). *The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature*. . Institute of Urban and Regional Development (IURD) Working Paper #620.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	162 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


- Hung, M.-L., Yang, W.-F., Ma, H.-W., & Yang, Y.-M. (2006). A Novel Multiobjective Programming Approach dealing with Qualitative and Quantitative Objectives for Environmental Management. *Ecological Economics*, 56(4), 584-593.
- INVIAS. (2010). *TRAFICO Y RECAUDO POR ESTACIONES DE PEAJE, ZONA ORIENTE - VIPSA S.A.* Recuperado el 31 de 01 de 2012, de INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, SECRETARIA GENERAL ADMINISTRATIVA AREA DE PEAJE: <http://www.docstoc.com/docs/53076576/TRAFICO-RUTAS-DEL-SOL-2008>
- Jaime Rueda, H. (2010). *Evaluación Socioeconómica Preliminar del Sector II del proyecto Ruta del Sol.* Bogotá.: Valoración Económica Ambiental S.A.S.
- Jaime Rueda, H., & Coronado Arango, H. (2009). *Valoración de Costos Ambientales Asociados al Transporte y Embarque del Carbón en Santa Marta.* Contraloría General de la República.
- Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla. (2000). *Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain - Research Report.*
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications.* Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Kraemer y Otros. (1991). *Elementos de Ingeniería de Tráfico.*
- Langley, Jr., C. J. (1981). *Highways and Property Values: The Washington Beltway Revisited.*
- Martínez, J. y otros. (2004). *El valor estadístico de la vida humana en España.*
- Medaglia, A. L., Fang, S.-C., Nuttle, H. L., & Wilson, J. R. (2002). An Efficient and Flexible Mechanism for Constructing Membership Functions. *European Journal of Operational Research*, 139(1), 84-95.
- Medaglia, A., Hueth, D., Mendieta, J. C., & Sefair, J. (2008). A Multiobjective Model for the Selection and Timing of Public Enterprise Projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(1), 31-45.
- Medina, S., & Moreno, J. (2007). Risk Evaluation in Colombian Electricity Market using Fuzzy Logic. *Energy Economics*, 29(5), 999-1009.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, d. C. (2003). *Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales.* Recuperado el 10 de 11 de 2011, de Sistema de Información Ambiental de Colombia: http://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Usode%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf
- Ministerio de Transporte. (2005). *Caracterización del Transporte en Colombia Diagnostico y Proyectos de Transporte e Infraestructura.* Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2008). *Diagnóstico del Sector Transporte .* Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2009). *Anuario Estadístico de Transporte.* Bogotá.
- Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascopé. (2005). *Impacto de la Contaminación del Aire en Enfermedades Respiratorias Atendidas en el Centro Pediátrico Albina Patiño.* Bolivia: Acta Nova.
- Obregón. (2008). *Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el "Eix Transversal de Catalunya" y la carretera MEX120 en México.*
- OMS. (2004). *INFORME MUNDIAL SOBRE PREVENCIÓN DE LOS TRAUMATISMOS CAUSADOS POR EL TRÁNSITO.*
- Peche, R., & Rodríguez, E. (2009). Environmental Impact Assessment Procedure: A New Approach based on Fuzzy Logic. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5), 275-283.
- Pérez, M., García, C., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 81-90.
- Piegat, A. (2001). *Fuzzy Modeling and Control.* Heidelberg; New York: Physica Verlag.
- Riera, P. (2004). *El valor del tiempo de desplazamiento recreativo al campo español.*

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	163 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Ringuest, J. L., & Graves, S. B. (1989). The Linear Multi-Objective R&D Project Selection Problem. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 36(1), 54-57.
- Robusté, F. et al.: (2000). *Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana de Barcelona*; Autoritat del Transport Metropolità. Barcelona, España. .
- Rodríguez Hernández, R. (2007). Reestimación de la Tasa Social de Descuento en Colombia a Partir del Desarrollo de su Mercado de Capitales durante el Período 1995-2005. *Equidad y Desarrollo, Universidad de la Salle*, 55-81.
- Rodríguez, A. (1999). *Valoración Económica de los efectos de los efectos de la contaminación del aire sobre la salud en los habitantes de Santafé de Bogotá*. . Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Romero Hernández, M. (1999). Análisis Coste-Beneficio de un Proyecto de Inversión en Infraestructura de Carreteras. *Investigaciones Económicas, vol VVIII (2)*, 251-265.
- S. Clavijo, M. J., & Muñoz, S. (2004). Recuperado el 2010, de LA VIVIENDA EN COLOMBIA: Sus Determinantes Socio-Económicos y Financieros.
- Salud Colombia. (2005). *Informe Especial. Colombia Lesiones y muertes en Accidentes de Tránsito*. Recuperado el 30 de Junio de 2010, de <http://www.saludcolombia.com/actual/salud76/informe.htm>
- Sánchez Ordóñez, J. F. (2008). *www.mintransporte.gov.co/...vial/...ACCIDENTALIDAD_VIAL/.../A_Sem_Internac.doc*. Recuperado el 2010, de La evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras: un aporte a la seguridad vial.
- Shepard, R. B. (2005). *Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic*. New York: Springer.
- Sheppard, S. (1999). *Hedonic Análisis of Housing Markets*. Handbook of Regional and Urban Economics.
- Silvert, W. (1997). Ecological Impact Classification with Fuzzy Sets. *Ecological Modelling*, 96(1-3), 1-10.
- Silvert, W. (2000). Fuzzy Indices of Environmental Conditions. *Ecological Modelling*, 130(1-3), 111-119.
- Steer Davies Gleave. (2009, Febrero). *Estudio de demanda*.
- Steer Davies Gleave. (2009, Julio). *Análisis Costo - Beneficio de alternativas del nuevo corredor Tobiagrande/Villeta – Puerto Salgar*.
- Superintendencia Nacional de Salud. (Febrero de 2002). *Manual preguntas sobre derechos y deberes del régimen contributivo del sistema general de seguridad social en salud*.
- Tenías Burillo, J. M., Ballester Díez, F., Medina, S., & Daponte Codina, A. (1999). *Revisión de los trabajos originales que analizan los efectos de la contaminación atmosférica en la mortalidad*. Valencia.
- The MathWorks™. (2010, March). *Fuzzy Logic Toolbox: User's Guide*. Retrieved April 2010, from The MathWorks™: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/fuzzy_product_page.html
- Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónl. (2000). *"Valoración Económica de los Efectos de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011). Primer informe de aplicación y validación de la(s) metodología(s) para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales, mediante un operativo de campo en cada uno de los estudios solicitados. En C. R. S.A.S., *Evaluación Económica de Impactos Ambientales Ruta del Sol – Sector 2 (Puerto Salgar – San Roque)* .

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	164 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010). *Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b). Encuestas para el Análisis Económico de Impactos Ambientales Ruta del Sol Sector II. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011).
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011). Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011a). *Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (diciembre 2011). *Cálculos de*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (enero 2012). *Cálculos de*.
- Vitousek, P. (1994, October). Beyond Global Warming: Ecology and Global Change. *Ecology*, 75(7), 1862-1876.
- Yen, J., & Langari, R. (1999). *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Young, R. A. (2001). *Uncertainty and the Environment: Implications for Decision Making and Environmental Policy*. Northampton: Edward Elgar Publishing Limited.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information And Control*, 8(3), 338-353.

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	165 / 168	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Anexos.

Anexo 1. Variación diaria del tránsito en la ruta del sol.

ESTACIÓN	RAMAL	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	Promedio
HONDA	BOGOTÁ	4106	5085	5232	5342	5940	5969	5472	5307
	DORADA	4646	5944	6200	6524	7109	6307	6518	6178
CAÑO ALEGRE	BOGOTÁ	3941	5101	5507	5586	5731	5384	5610	5266
	STA MARTA	2722	3184	3653	3603	3540	3551	3781	3433
PUERTO OLAYA	BOGOTÁ	2108	2327	2745	2877	2682	2735	2962	2634
	STA MARTA	2355	3010	3577	3609	3476	4010	3815	3407
LA LIZAMA	BOGOTÁ	1969	2712	3115	3206	2996	2927	3200	2875
	STA MARTA	3830	4751	5381	5386	5760	5560	4775	5063
SAN ALBERTO	BOGOTÁ	2618	3242	3174	3856	3889	3302	3279	3337
	STA MARTA	3815	4814	5270	5434	5070	4484	4961	4835
BOSCONIA	BOGOTÁ	5794	6527	6954	7605	7487	5776	4451	6371
	STA MARTA	5273	4930	5532	5725	5740	3956	3461	4945
Y DE CIÉNAGA	BOGOTÁ	6389	6894	7245	7192	6553	4257	3497	6004
	STA MARTA	9062	9995	9352	9582	9552	5802	5605	8421

Fuente: Steer Davies Gleave

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica




Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	166 / 168

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Anexo 2. Matriz vehículos livianos hora máxima demanda día típico.

Origen\Dtno	Bogotá	Or M/lena	Or Sider	Notre Cesar	Sur Cesar	P Boyacá	AMVA	Dorada	Gualtira	Honda	Tolima	Amazonia	Occ Sider	P Salgar	Norte Snder	Atlántico	Bolivar	Berrio-Triunfo	Eje Cafetero	C/marca	Boyacá	M/lena	Pacifico	Occ Atlántico	Ornoquia	Or Ant	Gualtira	Cordoba-Sucre	Venezuela	Total
Bogotá	0.00%	1.72%	0.11%	0.14%	0.31%	1.29%	3.02%	0.10%	1.53%	0.43%	0.55%	0.38%	0.15%	0.00%	0.80%	0.00%	0.88%	0.03%	0.62%	0.00%	0.11%	0.04%	0.11%	0.00%	0.07%	0.00%	0.23%	0.04%	0.00%	12.65%
P Boyacá	1.68%	0.05%	0.04%	0.00%	0.00%	1.75%	0.08%	2.37%	0.00%	0.08%	0.08%	0.15%	0.00%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.23%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.98%
Notre Cesar	0.37%	1.52%	0.28%	3.99%	0.82%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.65%	0.58%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.10%
AMVA	6.67%	0.32%	0.19%	0.09%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.24%	0.10%	0.33%	0.16%	0.15%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.93%
Or M/lena	0.94%	3.24%	0.89%	1.02%	0.23%	0.00%	0.03%	0.04%	0.00%	0.11%	0.04%	0.00%	0.07%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.10%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.74%
Occ Sider	0.72%	0.06%	1.94%	0.00%	0.16%	0.04%	0.59%	0.26%	0.00%	0.17%	0.63%	1.03%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.40%	0.38%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.25%
Or Sider	0.36%	0.99%	0.29%	0.41%	0.90%	0.12%	0.28%	0.23%	0.00%	0.00%	0.07%	1.01%	0.00%	0.46%	0.06%	0.00%	0.20%	0.29%	0.04%	0.04%	0.00%	0.03%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.93%
Sur Cesar	0.03%	0.10%	0.75%	1.17%	3.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.74%
Dorada	0.64%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.06%	0.28%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.55%	0.25%	0.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.28%
Gualtira	1.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	2.11%	0.16%	0.14%	0.09%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.36%
Atlántico	1.15%	0.40%	0.73%	0.65%	0.19%	0.00%	0.08%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.54%
Norte Snder	0.34%	0.06%	1.94%	0.21%	1.06%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.06%	0.00%	0.06%	0.23%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.40%
Tolima-Amazonia	0.43%	0.15%	0.30%	0.12%	0.03%	0.15%	0.21%	0.25%	0.03%	0.65%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.14%	0.00%	0.00%	0.23%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.94%
Eje Cafetero	1.06%	0.00%	0.14%	0.00%	0.11%	0.31%	0.00%	0.15%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.40%	0.07%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.35%
Bolivar	1.35%	0.28%	0.10%	0.05%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.27%
Or Ant	0.06%	0.05%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.99%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.23%
Honda	0.48%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.15%	0.04%	0.00%	0.13%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.63%
Berrio-Triunfo	0.29%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.47%	0.00%	0.00%	0.00%	0.29%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.34%
Pacifico	0.10%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.03%	0.16%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.13%
C/marca	0.06%	0.06%	0.04%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.51%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.94%
Cordoba-Sucre	0.03%	0.00%	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%
M/lena	0.00%	0.35%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.55%
Boyacá	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.08%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.53%
P Salgar	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.49%
Ornoquia	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%
Occ Atlántico	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%
Gualtira	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
Venezuela	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%
Total	18.19%	9.70%	7.62%	7.52%	17.17%	6.22%	15.46%	4.77%	4.58%	3.71%	5.53%	3.46%	3.27%	2.59%	2.21%	1.99%	1.84%	1.40%	1.00%	0.84%	0.56%	0.50%	0.46%	0.43%	0.43%	0.36%	0.18%	0.03%	100.00%	


Fuente: Steer Davies Gleave

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	167 / 168	

Anexo 3. Matriz Camiones pequeños hora máxima demanda día típico.

Origen \ Dto	Bogotá	Or M/lena	Or Sinder	Norte Cesar	Atlántico	Occ Sinder	AMVA	Sur Cesar	Dorada	P Boyacá	Tolima-Amazonia	Norte Sinder	Gualiva	Bolívar	Pacifico	Eje Cafetero	C/marca	Berro-Trunfo	M/lena	Honda	Boyacá	Córdoba-Sucre	Gualira	Occ Ant	Or Ant	P Salgar	Orinoquia	Total	
Bogotá	10.13%	0.38%	1.27%	0.00%	0.00%	0.13%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.35%
Or M/lena	0.00%	0.68%	0.19%	0.61%	2.36%	0.85%	2.66%	0.12%	0.42%	0.23%	0.36%	0.28%	0.62%	1.18%	0.00%	0.04%	0.00%	0.20%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.04%	0.00%	0.00%	11.59%
Or Sinder	0.77%	0.65%	0.13%	0.72%	0.74%	2.04%	0.49%	1.25%	0.28%	0.16%	0.26%	0.68%	0.00%	0.88%	0.53%	0.14%	0.00%	0.24%	0.06%	0.00%	0.00%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.90%
Norte Cesar	3.40%	0.41%	4.24%	1.28%	0.10%	0.00%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	0.65%	0.13%	0.00%	0.00%	0.52%	0.00%	0.20%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.46%
Atlántico	0.00%	0.90%	0.38%	2.79%	1.61%	0.00%	0.25%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.36%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.96%
Occ Sinder	1.06%	0.00%	1.72%	0.00%	0.38%	0.81%	0.33%	0.11%	0.33%	0.09%	0.22%	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	0.13%	0.00%	0.26%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	5.84%
Tolima-Amazonia	2.69%	0.33%	0.32%	1.28%	0.00%	0.00%	0.07%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.81%
Sur Cesar	0.38%	0.05%	0.28%	0.12%	0.31%	0.06%	0.34%	0.18%	0.69%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.17%	0.00%	0.37%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.09%
Norte Sinder	0.06%	0.06%	1.29%	0.29%	0.35%	0.29%	0.00%	0.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.43%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.74%
Dorada	0.40%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.59%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	0.21%	0.24%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	2.64%
Gualiva	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.14%	0.00%	0.13%	0.00%	0.86%	0.00%	0.05%	0.09%	0.18%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.37%
Pacifico	0.00%	0.14%	0.64%	0.40%	0.13%	0.30%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.22%
Honda	0.21%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.83%	0.60%	0.00%	0.11%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%
Eje Cafetero	1.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.12%
P Boyacá	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.31%	0.09%	0.62%	0.08%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.10%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.92%
Berro-Trunfo	0.14%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	0.11%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.83%
M/lena	0.00%	0.40%	0.50%	0.00%	0.12%	0.00%	0.14%	0.10%	0.00%	0.00%	0.13%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.49%
Boyacá	0.00%	0.00%	0.09%	0.08%	0.21%	0.43%	0.04%	0.08%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.27%
C/marca	0.34%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.03%
Córdoba-Sucre	0.33%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.54%
Orinoquia	0.00%	0.19%	0.00%	0.00%	0.19%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.46%
P Salgar	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
Occ Ant	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%
Gualira	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%
Venezuela	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19%
Total	22.30%	8.67%	8.46%	8.34%	6.61%	6.38%	5.95%	4.58%	3.81%	3.17%	3.02%	2.52%	2.24%	2.21%	2.16%	2.04%	1.52%	1.27%	1.19%	1.06%	0.81%	0.58%	0.41%	0.37%	0.34%	0.31%	0.24%	0.00%	100.00%

Fuente: Steer Davies Gleave

Estudio de Impacto Ambiental Variante Aguachica					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0034	00	FEBRERO 2012	Sin restricción	168 / 168	

Anexo 4. Matriz Camiones Grandes hora máxima demanda día típico.

Origen/Utrno	Bogotá	Or/M/lena	Norte Cesar	Bolívar	Atlántico	AMVA	Tollima-Amazonia	Or Snder	Occ Snder	Pacllco	Norte Snder	Dordá	El Cafetero	Orinoquia	Sur Cesar	P Boyacá	Gualjra	Boyacá	Berrio-Triumfo	Gualjra	Or Ant	Córdoba-Sure	Occ Ant	C/marca	Venezuela	P Salgar	Honda	M/lena	Total
	2.73%	0.61%	15.7%	0.08%	0.09%	0.28%	0.50%	0.78%	0.26%	0.12%	0.18%	0.77%	0.42%	0.19%	0.05%	0.06%	0.08%	0.15%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	17.05%
	0.00%	0.51%	0.39%	4.29%	2.96%	1.93%	0.21%	0.32%	1.12%	0.08%	0.00%	0.12%	0.19%	0.00%	0.07%	0.33%	0.04%	0.49%	0.00%	0.18%	0.00%	0.35%	0.04%	0.00%	0.22%	0.00%	0.05%	0.00%	14.47%
	0.28%	10.49%	0.00%	0.47%	0.00%	0.09%	0.56%	0.00%	0.00%	0.00%	0.35%	0.03%	0.16%	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.88%
	7.92%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.32%	0.26%	0.65%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.46%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.98%
	4.80%	0.15%	0.46%	0.00%	0.00%	0.07%	0.38%	0.06%	0.07%	0.73%	0.80%	0.20%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.15%
	1.19%	0.38%	0.00%	0.00%	0.35%	0.47%	0.77%	0.13%	0.28%	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.91%
	2.30%	0.15%	0.07%	0.23%	0.00%	0.05%	0.90%	0.10%	0.23%	0.00%	0.51%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.83%
	0.17%	1.04%	0.24%	0.69%	0.28%	0.16%	0.52%	0.12%	0.30%	0.22%	0.80%	0.07%	0.24%	0.00%	0.21%	0.00%	0.08%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.56%
	0.00%	0.24%	0.36%	0.02%	0.11%	0.00%	0.00%	0.79%	0.46%	0.09%	1.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.07%
	0.00%	0.00%	0.00%	0.60%	0.60%	0.64%	0.12%	0.66%	0.21%	0.00%	0.10%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.69%
	0.00%	0.00%	0.00%	0.69%	0.69%	0.69%	0.06%	0.06%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%
	0.20%	0.08%	0.00%	0.00%	0.15%	0.05%	0.09%	0.15%	0.00%	0.24%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%
	0.00%	0.19%	0.00%	0.46%	0.38%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.53%
	0.34%	0.00%	0.00%	0.68%	0.00%	0.68%	0.00%	0.03%	0.08%	0.12%	0.00%	0.04%	0.19%	0.00%	0.16%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.29%
	0.88%	0.42%	0.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.26%
	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.05%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.16%
	0.00%	0.00%	0.03%	0.20%	0.41%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.92%
	0.16%	0.05%	0.00%	0.09%	0.04%	0.08%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.00%	0.13%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.92%
	0.05%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.77%
	0.41%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.58%
	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.03%	0.03%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%
	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%
	21.04%	14.84%	14.17%	6.03%	6.76%	4.47%	4.19%	3.75%	3.55%	2.54%	2.51%	1.69%	1.44%	1.28%	1.18%	1.15%	1.08%	0.98%	0.92%	0.69%	0.56%	0.53%	0.47%	0.22%	0.21%	0.19%	0.08%	100.00%	

Fuente: Steer Davies Gleave