

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES  
TRAMO 2 – DOS Y MEDIO**

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	1 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


**DESCRIPCION DE LAS REVISIONES**

REVISION	FECHA	DESCRIPCION DE LA MODIFICACION	OBSERVACIONES
00	Agosto 2013	Primera versión para entrega a la ANLA	
01	Abril – 2014	Información adicional	Respuesta Auto 0334 del 07 de Febrero de 2014

**Elaborado por:**  
Ambiotec LTDA

**Revisado por:**  
Grupo Ambiental

**Aprobado Por:**  
Gerente Socioambiental – Hernando Medellín

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	2 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

## TABLA DE CONTENIDO

5	EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	7
5.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	7
5.2	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	11
5.2.1	Componente Abiótico.....	12
5.2.2	Componente Biótico.....	34
5.2.3	Componente Social.....	51
5.3	ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS .....	66
5.3.1	Metodología del Análisis Económico de Impactos.....	67
5.3.2	Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.....	75
5.3.3	Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes. ....	116
5.3.4	Plan del 1% .....	143
	Bibliografía.....	158

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	3 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales .....	9
Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia .....	10
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 los niveles de ruido .....	15
Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo .....	18
Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad .....	20
Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales–Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo .....	21
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– Alteración del régimen de caudales .....	29
Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico .....	31
Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce .....	32
Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce .....	33
Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Cambio en la calidad perceptual del paisaje ....	34
Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre .....	37
Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática .....	39
Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de flora nativa	41
Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Efecto borde y barrera .....	43
Tabla 5-20. Evaluación de Impactos Ambientales- Modificación de hábitats de fauna silvestre ....	45
Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Fragmentación de hábitat .....	46
Tabla 5-22. Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de fauna silvestre .....	48
Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios .....	51
Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad .....	52
Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios .....	54
Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios. ....	55
Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector .....	56
Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos .....	57
Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente .....	58
Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud .....	59
Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población .....	60
Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad .....	61


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	4 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas.....	62
Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales.....	63
Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio.....	64
Tabla 5-36 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico.....	65
Tabla 5-37 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.....	70
Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.....	75
Tabla 5-39. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.....	77
Tabla 5-40. Actividades definidas del EIA.....	83
Tabla 5-41. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios.....	84
Tabla 5-42: Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.....	85
Tabla 5-43 Criterios y variables de entrada.....	86
Tabla 5-44 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.....	90
Tabla 5-45: Función de conversión, modelo VET.....	93
Tabla 5-46: Función de conversión, modelo Metodología.....	93
Tabla 5-47 Reglas de inferencia del modelo AE.....	94
Tabla 5-48: Reglas de inferencia del modelo SIG.....	95
Tabla 5-49 Reglas del modelo de Relevancia Agregada.....	98
Tabla 5-50: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.....	99
Tabla 5-51 Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.....	100
Tabla 5-52 Valores de entrada de las variables del modelo SIG.....	102
Tabla 5-53 Resultados de implementación de modelos - 1.....	108
Tabla 5-54 Resultados de implementación de modelos - 2.....	109
Tabla 5-55 Impactos relevantes para valoración.....	110
Tabla 5-56. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas).....	111
Tabla 5-57. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas).....	112
Tabla 5-58: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.....	113
Tabla 5-59. Movimiento de Pasajeros.....	113
Tabla 5-60. Conteo Manual en Carreteras.....	114
Tabla 5-61. Conteo Vivienda, Hogares y Personas.....	115
Tabla 5-62. Establecimientos por Actividad Económica.....	116
Tabla 5-63. Establecimientos según escala de personal por actividad económica.....	116
Tabla 5-64. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.....	117
Tabla 5-65. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.....	125
Tabla 5-66. Hogares y personas expuestas (2013).....	128
Tabla 5-67. Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2013).....	129
Tabla 5-68. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.....	132
Tabla 5-69. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.....	133
Tabla 5-70 Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.....	136
Tabla 5-71. Variación del precio de la tierra por hectárea de acuerdo a la inflación.....	138
Tabla 5-72. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.....	138




<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	5 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-73. Beneficios por aumento del precio de la vivienda. ....	139
Tabla 5-74. Datos de accidentalidad, muertes y heridos. ....	140
Tabla 5-75. Costos promedio de evento de accidente. ....	140
Tabla 5-76. Beneficios por la generación de empleo. ....	142
Tabla 5-77. Impuestos pagados por el proyecto. ....	142
Tabla 5-78: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%. ....	143
Tabla 5-79. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación. ....	143
Tabla 5-80. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos. ....	145
Tabla 5-81. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal. ....	145
Tabla 5-82. Demanda de agua durante la construcción. ....	145
Tabla 5-83. Tasas por uso de agua. ....	146
Tabla 5-84. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques. ....	147
Tabla 5-85. Valor de los servicios ambientales de los bosques. ....	147
Tabla 5-86. Costos por servicios ambientales del bosque. ....	148
Tabla 5-87. Costos por servicios ambientales del bosque. ....	148
Tabla 5-88 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto. ....	150
Tabla 5-89. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio. ....	152
Tabla 5-90. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto. ....	153
Tabla 5-91 . Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos. ....	154
El valor presente a una tasa de descuento del 8,5% de los costos del proyecto, a precios del 2013, asciende a 6.428,5 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto:	
Tabla 5-92. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos. ....	154
Tabla 5-93. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo. ....	156

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	6 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### LISTADO DE FIGURAS

Figura 5-1 Localización general de la variante Dos y medio .....	66
Figura 5-2 Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales – Proyecto Ruta del Sol – Tramo 2. ....	67
Figura 5-3. Esquema de Beneficios y costos del Proyecto.....	69
Figura 5-4: Sistema de inferencia difuso (Mamdani).....	80
Figura 5-5 Buffer de 250 m alrededor de la variante (naranja).....	127

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	7 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

## 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 para el centro poblado Dos y Medio.

### 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 uno de los componentes físico, biótico y socioeconómico. Para ello el consultor, efectuó la identificación de las actividades, componentes

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	8 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 12.

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:

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


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)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	9 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 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
	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	$0,0 < D \leq 0,1$

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	10 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
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

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	11 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

**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 12.

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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAES</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	12 / 166	

### 5.2.1 Componente Abiótico

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

<b>AIRE</b>	
<b>Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que generan la alteración en la calidad del aire por la emisión de, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO, están relacionadas con el flujo continuo de vehículos de carga pesada que circulan por el centro poblado y eventualmente con algunas actividades agrícolas, pecuarias y silvopastoriles que se desarrollan en el área de influencia.</p>	<p>Actividades de construcción de la variante Dos y Medio asociadas con la demolición de infraestructura existente y viviendas, 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 y obras especiales (retorno), 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 empedradización, pintura y señalización definitiva.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de pontones y otras obras de drenaje que generan este impacto como el perfilado (conformación de taludes), conformación de ataguías en sacosuelo.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO son la operación normal (tránsito en las vías y puentes), 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>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>En la situación actual el impacto en la alteración de calidad de aire por emisión de CO<sub>2</sub>, se genera a nivel forestal debido al corte y quema de madera para uso doméstico (cocina) y por el flujo continuo de vehículos de carga pesada genera emisiones de material particulado como consecuencia de la combustión de combustible</p>	<p>Durante la etapa de construcción de la variante, los puentes sobre la Quebrada Velásquez y otras obras de drenaje, se altera la calidad del aire por la generación de PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO especialmente por la manipulación de los materiales granulares y demás materiales de construcción.</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO


CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	13 / 166

AIRE	
Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>y el polvo que se acumula en la vía.</p> <p>Las actividades silvopastoriles y pecuarios, hacen un aporte de PM10 como consecuencia de la movilización del ganado y el arrastre de material de suelo con escasa o desprovisto de cobertura vegetal (pastos). La circulación de vehículos por caminos destapados y el acceso a Otanche generan material particulado por el polvo que se levanta.</p> <p>A nivel agrícola se generan emisiones de material particulado – PM10, como consecuencia de la preparación de los terrenos para iniciar la siembra, en donde se lleva a cabo la suspensión de partículas por acción del viento.</p> <p>En el caso de la actividad antrópica, se genera CO2 por la quema de residuos sólidos. En el caso de emisiones de NOx, SO2, CO2 y CO por la combustión de combustibles fósiles, generados por el alto flujo vehicular de los automotores en la vía construida.</p> <p>Según el monitoreo de calidad de aire realizado por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. 2013, realizado para el centro poblado Kilómetro Dos y Medio, en el cual se monitoreo las concentraciones de: PST, PM10, NOX, SO2 y CO; los resultados obtenidos de Partículas Suspendidas Totales (PST), no se observan parámetros fuera de la norma establecida en horario diurno ni nocturno al igual que para material particulado (PM10), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxidos de azufre (SO2), dióxido de carbono (CO) dando cumplimiento a lo exigido en la Resolución 610 del 2010 emitida por el del MAVDT hoy MADS.</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 vía.</p> <p>Durante la operación de la vía, el tráfico de vehículos que se movilizan por la vía y el puente son fuente de material particulado.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
<p>En el centro poblado a ambos costados de la vía y en el corredor de la variante.</p>	<p>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</p>

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	14 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>AIRE</b>	
<b>Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
	los patios de mantenimiento, los centros de acopio (material y escombros).
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) -3.3</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	<i>Calificación ambiental construcción (CA) -4.0</i> <i>Calificación ambiental operación (CA) -4.3</i> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es de baja importancia teniendo en cuenta que las emisiones de material particulado no son significativas, de acuerdo con los monitoreos realizados y que la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante Dos y Medio actualmente tiene un carácter fundamentalmente rural, donde las actividades que actualmente 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 mayor para este impacto teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades de construcción principalmente, y operación descritas anteriormente hacen que el impacto tenga una mayor presencia y evolución, 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. Por lo tanto, se hace necesario que para mitigar el impacto de la afectación de la calidad del aire por emisión de material particulado PM<sub>10</sub> generado por la construcción de la vía además de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO, se implementen las medidas de manejo necesarias para no causar daños en la calidad de vida de la población aledaña.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAES</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	15 / 166	

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

<b>AIRE</b>	
<b>Alteración de los niveles de ruido</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que generan alteración de los niveles de ruido en la zona, están relacionadas con el flujo de vehículos de carga pesada sobre la vía existente y las actividades del centro poblado.</p>	<p>Durante la etapa de preconstrucción de la variante Dos y Medio 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, excavaciones, 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 construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes), 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 obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, la demolición de las cabezas de los pilotes, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos, el tensionamiento de las vigas en concreto postensado, la instalación de prefabricados con grúas y la rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones por la emisión de</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	16 / 166


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

AIRE	
Alteración de los niveles de ruido	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	<p>ruido son la operación normal (tránsito en las vías y puentes), el mantenimiento de las obras de arte y 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>En la situación actual este impacto se presenta especialmente por la circulación de los automotores en la vía actual y el transporte que se moviliza en este sector del corredor de la vía.</p> <p>De la misma forma las actividades que se desarrollan en poblaciones aledañas a la vía también generan ruido. De acuerdo con el monitoreo de ruido realizado en el área de influencia directa del proyecto, los niveles de ruido diurno se encuentran por encima de los límites establecidos por la normatividad para vías nacionales al igual que los niveles de ruido nocturno.</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, puentes y otras obras de drenaje y la disposición de material estéril. 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> <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>Este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de 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.</p>
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>Calificación ambiental (CA) <b>-4.4</b> <b>Impacto ambiental de importancia media</b></p>	<p>Calificación ambiental construcción (CA) <b>-3.7</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-3.7</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b></p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto en la variante es de media importancia teniendo en cuenta que los niveles de ruido tanto en el día como en la noche, están superando los límites establecidos por la normatividad ambiental.</p>	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	17 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


<b>AIRE</b>	
<b>Alteración de los niveles de ruido</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
<p>En la situación futura en la etapa de construcción, se presenta una calificación baja, donde 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 la duración del impacto es muy baja, y 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 en la etapa de operación, teniendo en cuenta que por la vía actual ya hay una representativa alteración de las condiciones de la zona por el tráfico vehicular.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	18 / 166	


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo**

<b>SUELO</b>	
<b>Cambio de uso del suelo</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>El desarrollo de asentamientos humanos a los costados de la vía existente y las actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en el AID.</p>	<p>La demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), la excavaciones, 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 construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), la poda de árboles en derecho de vía, la empradización, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>Durante la construcción de obras de drenaje y puentes, tenemos el perfilado (conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, la demolición de las cabezas de los pilotes, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El cambio de uso del suelo generado por las actividades antrópicas, ocasionado por la tendencia al desarrollo del centro poblado Dos y Medio en donde se desarrollan actividades comerciales en búsqueda de una entrada económica de los habitantes tradicionales del lugar, lo cual ha generado la aparición de puntos con construcciones a borde de vía, aparición de cerramientos o cambios del paisaje tradicional para el establecimiento de equipamientos.</p> <p>De acuerdo con la caracterización ambiental en la zona existen áreas con conflicto de uso de suelo, debido a que las actividades que se</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 tanto de uso habitacional como comercial, así como redes de servicios interceptados por el proyecto lineal.</p> <p>Debido a la actividad 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</p>


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	19 / 166	

<b>SUELO</b>	
<b>Cambio de uso del suelo</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
desarrollan actualmente no son compatibles con el uso potencial.	plantea en el plan de manejo ambiental.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Se presenta fundamentalmente a lo largo del AID del proyecto.	A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-3.8</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-4.1</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es media teniendo en cuenta que las actividades antrópicas y las agropecuarias han generado el cambio de uso del suelo de intensidad no muy representativa teniendo en cuenta el carácter extensivo y disperso de su desarrollo.</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, los suelos donde se construirá la variantes son de aptitud agropecuaria el cual servirá permitirá la construcción de la infraestructura que soporte las necesidades del tráfico vehicular que circulará por la variante. Esta misma situación se presenta para el traslado de redes de servicios que serán interceptados.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	20 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


**Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad**

<b>SUELO</b>
<b>Generación de inestabilidad</b>
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto.
<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
La actividades de construcción de la variante asociada con el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, 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) y la construcción de obras especiales (retornos).
En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes) y la conformación de ataguías.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>
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.
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.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>
En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la variante, y obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>
Calificación ambiental (CA) <b>-2.5</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>
En la situación futura se presenta una intensidad un baja importancia teniendo en cuenta que la variante se desarrolla en una zona muy plana y que para el desarrollo 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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	21 / 166	


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

<b>SUELO</b>	
<b>Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que potencialmente pueden generar alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, son las actividades agropecuarias, silvopastoriles y antrópicas.</p>	<p>Actividades de construcción de la variante Dos y Medio asociadas con la demolición de infraestructura existente y viviendas, 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 y obras especiales (retorno), 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 emperadización, pintura y señalización definitiva y la limpieza y entrega final.</p> <p>En la construcción de puentes y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por El perfilado (conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, la demolición de las cabezas de los pilotes, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto las actividades que pueden generar este impacto son la operación normal (tránsito en las vías), 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>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Tanto la actividad antrópica como la agrícola generan contaminación del suelo al realizar el aporte de sustancias y residuos provenientes de estas actividades productivas. Los lixiviados provenientes de la descomposición de residuos sólidos domésticos, desechos humanos, y el</p>	<p>Durante la etapa de construcción existe la susceptibilidad de generar residuos sólidos o líquidos como aceites y combustibles, que pueden ocasionar la contaminación de los suelos en donde se dispongan éstos haciendo que se modifiquen las propiedades</p>


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	22 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>SUELO</b>	
<b>Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<p>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>De igual forma el desarrollo de la actividad pecuaria genera cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo debido a los aportes de generados 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>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 y de las actividades de mantenimiento, en donde se generan residuos sólidos y líquidos.</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>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>Se presenta a lo largo de toda la vía actual. Los aportes de materiales no degradables arrojados desde los vehículos se aprecian a borde de vía donde se acumulan, así como la inadecuada disposición por parte de la comunidad.</p>	<p>En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo del corredor vial y obras de drenaje en donde se conformen taludes.</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p>Calificación ambiental (CA) <b>-3.9</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b></p>	<p>Calificación ambiental construcción (CA) <b>-3.2</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-3.9</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la calificación del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades que ocasionan este impacto tienen una larga duración y una baja magnitud, por lo tanto el posible cambio que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas del suelo, a lo largo de tiempo ha sido paulatino.</p> <p>El impacto tiene una valoración igual para el escenario con proyecto teniendo en cuenta 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</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	23 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


<b>SUELO</b>	
<b>Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
mantendrá solo por el tiempo mientras se realizan las actividades constructivas.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	24 / 166	

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


<b>SUELO</b>	
<b>Generación de procesos erosivos</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>La actividad agropecuaria es la que potencialmente puede generar procesos erosivos del suelo, así como en las zonas que se encuentran sin uso y las actividades antrópicas.</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, 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 construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes).</p> <p>En la construcción de otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes) y la conformación de ataguías.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Las actividades antrópicas asociadas a 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</p> <p>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 rastros bajos y altos aislados asociados a pastos, las cuales no brindan una protección adecuada al suelo intervenido del efecto ocasionado por agentes erosivos.</p>	<p>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 en la cual deben implementarse las medidas de restauración y cubrimiento que impidan la generación de procesos erosivos por viento, lluvia y escorrentía.</p> <p>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.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	25 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


<b>SUELO</b>	
<b>Generación de procesos erosivos</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
A lo largo de la variante, especialmente en las zonas dedicadas a la agricultura.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial y 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.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-2,3</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	Calificación ambiental (CA) <b>-3.6</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es baja, teniendo en cuenta las malas prácticas de manejo de suelo presentes en el panorama sin proyecto, las cuales son causadas por las inadecuadas prácticas pecuarias de la zona, donde no se implementan métodos adecuados para el control de erosión donde predomina la cobertura de pastos.</p> <p>Para la etapa de construcción, 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 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 y obras de drenaje.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAES</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	26 / 166	


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

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

<b>AGUA</b>	
<b>Cambios en la calidad del agua</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades agropecuarias, silvopastoriles y antrópicas asociadas a través de descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales.</p>	<p>Las actividades como 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, cortes, los 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 construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes), 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>Durante la construcción de obras de drenaje y puentes las actividades que pueden generar este impacto son el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, la demolición de las cabezas de los pilotes, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos, el tensionamiento de las vigas en concreto postensado y la instalación de prefabricados con grúas.</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 las vías y puentes), el mantenimiento de obras de arte y puentes, el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el</p>


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	27 / 166	

<b>AGUA</b> <b>Cambios en la calidad del agua</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
	pavimento, la recuperación de señalización vial, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento".
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Las actividades antrópicas asociadas a 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>De la misma forma los asentamientos que se encuentran al lado de la vía existente no cuentan con sistemas de alcantarillado por lo cual hacen sus descargas 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, como se evidencia en los monitoreos de calidad de agua realizados en el cuerpo hídrico Quebrada Velásquez.</p>	<p>Durante la etapa de construcción y operación de la segunda calzada de la variante Dos y Medio 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 la construcción de puentes y otras obras de drenaje. Estas últimas son de especial interés teniendo en cuenta que las obras constructivas de la vía tienen un contacto directo con cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto en las cuales deben implementarse las medidas de manejo ambiental necesarias que permitan mitigar los efectos generados por el aporte de cualquier tipo de material o sustancia proveniente del proyecto.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial en los puntos donde el proyecto cruza cuerpos de agua superficial y en la Quebrada Velásquez.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación ambiental (CA) -4.0</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>	<b>Calificación ambiental construcción (CA) -3.9</b> <b>Calificación ambiental operación (CA) -3.6</b>

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	28 / 166	


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>AGUA</b>	
<b>Cambios en la calidad del agua</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
	<b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la calificación del impacto es media, teniendo en cuenta que actualmente se vierten residuos sólidos y líquidos a los cuerpos hídricos del AID lo que ha alterado la calidad de agua de las mismas.</p> <p>Para la etapa de construcción y operación, la calificación del impacto es de baja importancia, si se tiene en cuenta que la duración y evolución del mismo es baja, sin embargo 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 del proyecto. En la ocurrencia de algún evento de derrame debe hacerse la implementación rigurosa de los procedimientos aplicables de manera que el impacto sea mitigable.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	29 / 166	


**Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales**

<b>AGUA</b>	
<b>Alteración del régimen de caudales</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades agropecuarias y antrópicas asociadas a las demandas de agua generadas por el desarrollo de estas actividades ya sea para consumo, lavado, riego de cultivos o ganadería.	<p>Este impacto se presenta durante el desarrollo de las actividades de construcción de la vía asociadas a la demanda de agua para la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la construcción de obras especiales (retornos), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido).</p> <p>En la operación las actividades se refieren a la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, la demolición de las cabezas de los pilotes, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos y el tensionamiento de las vigas en concreto postensado.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Las actividades antrópicas asociadas a labores agropecuarias ejercen una presión sobre el recurso hídrico al hacer uso de los cuerpos de agua superficial cercanos cuando no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua ya sea potable o para actividades productivas en sistemas de riego o cualquier uso asociado a estas.	Durante la etapa de construcción de la variante Dos y Medio se puede generar presión sobre el recurso hídrico para la preparación de concretos necesarios para la construcción de diversas estructuras, para el riego de áreas en las cuales debe evitarse el arrastre de materiales por acción del viento, para la hidratación de materiales provenientes del descapote, entre otras.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial.	En el cuerpo hídrico Quebrada Velásquez, de donde se solicita permiso de concesión de aguas.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-1.8</b> <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-2.3</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-1.1</b> <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
El escenario sin proyecto establece que el impacto se presenta con una intensidad baja, en la medida que por las condiciones climáticas adversas (épocas de verano fuertes) disminuyan los rendimientos hídricos de las corrientes.	
En la situación con proyecto deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	30 / 166	


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>AGUA</b>	
<b>Alteración del régimen de caudales</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
<p>mínimo impacto en la dinámica del cauce de los cuerpos de agua que se localizan en el área de influencia directa e indirecta, garantizando que el agua que va a ser concesionada para el proyecto no presente un conflicto con la otorgada previamente por medio de esta figura para otros usos de la zona.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	31 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico**


<b>AGUA</b>
<b>Alteración del régimen sedimentológico</b>
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto.
<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
<p>Las actividades de construcción durante las cuales puede generarse este impacto son el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, cortes, movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME).</p> <p>En la construcción de obras de drenaje y puentes, las actividades que podrían generar este impacto son el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo y la fundición de pilotes en concreto in situ.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>
Alteración del equilibrio entre el suministro y transporte de sedimentos de las corrientes, que se manifestaría en procesos de agradación o degradación del lecho, acompañado por procesos erosivos.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>
En el área de influencia directa a lo largo del corredor, en los puntos de interferencia con la red de drenaje superficial y en el área de influencia directa e indirecta, sobre las corrientes en la zona de construcción de puentes y otras obras de drenaje.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>
<p>Calificación ambiental (CA) <b>-4.0</b></p> <p><b>Impacto ambiental de baja importancia</b></p>
<b>RESULTADOS</b>
En la situación futura la intensidad del impacto es baja la cual debe ser manejada por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en lo posible cualquier tipo de aporte a los cuerpos de agua superficial, así como la adecuada implementación de los procedimientos planteados en caso de presentarse un evento en el cual se agreguen sedimentos a los mismos.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	32 / 166	

**Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce**


<b>AGUA</b>
<b>Alteración de la dinámica del cauce</b>
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto.
<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
En la construcción de otras obras de drenaje por la conformación de ataguías en sacosuelo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>
Alteración de la dinámica del cauce de los cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto puede generar la divagación de las corrientes manifestado en procesos erosivos y de socavación.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>
En el área de influencia directa a lo largo del corredor, en los puntos de interferencia con la red de drenaje superficial y en el área de influencia directa e indirecta.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>
Calificación ambiental (CA) <b>-4.0</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>RESULTADOS</b>
En la situación con proyecto la calificación del impacto es media, teniendo en cuenta que es necesario realizar la rectificación o ampicación, dependiendo el caso, de las obras de drenaje y puentes de los cuerpos hídricos que son cruzados por la variante, lo cual debe ser manejado por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en lo posible cualquier tipo de alteración innecesaria de los cauces y evitar la posible generación de inundaciones, así como la generación de procesos erosivos y de socavación del lecho o las orillas de los cuerpos de agua.



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	33 / 166	

**Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce**


<b>AGUA</b> <b>Ocupación del cauce</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la situación actual puede llegar a generar este impacto por la actividad antrópica.	La actividad de construcción durante la cual se presente este impacto es en el construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca) y fundición de pilotes en concreto in situ (puentes y boxes), rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
La actividad antrópica asociada a la construcción de obras hidráulicas.	Durante la ejecución del proyecto, por la construcción de obras hidráulicas (puentes y/o boxes).
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
A lo largo de la vía existente a la presencia de puentes, alcantarillas, cunetas y box culvert.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, donde es necesario reforzar y extender o construir obras hidráulicas (puentes y/o boxes). En especial para los puentes de la Qda. Velásquez.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-4.3</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>	Calificación ambiental (CA) <b>-4.7</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es media, teniendo en cuenta que existen obras hidráulicas en la vía existente y el puente actual sobre la Qda. Velásquez es bastante transitado y sus usos están ligados al sostenimiento del centro poblado de Dos y Medio e igualmente es utilizado como cuerpo hídrico de vertimientos.</p> <p>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, específicamente para las obras hidráulicas nuevas, por reemplazar y prolongar y para los puentes nuevos sobre la Qda. Velásquez.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	34 / 166	


## 5.2.2 Componente Biótico

**Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Cambio en la calidad perceptual del paisaje**


<b>PAISAJE</b>	
<b>Cambios en la calidad perceptual del paisaje</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Predominan las actividades relacionadas con el uso pecuario, agrícola, y antrópico, de la zona influenciada por la presencia de la vía y del centro poblado Kilometro Dos y medio.</p>	<p>En una primera etapa la afectación paisajística de la zona se verá afectada principalmente por las actividades de replanteamiento topográfico y señalización de la vía para continuar con la etapa de construcción.</p> <p>En una segunda etapa (construcción), el cambio en la calidad paisajística se dará principalmente con la ejecución de las actividades como descapote y la remoción de la vegetación, la construcción de las obras de arte, construcción de retornos, poda de árboles y todas las acciones relacionadas con estas actividades.</p> <p>Finalmente, la etapa de operación y mantenimiento del proyecto vial, se considera como impacto positivo el mantenimiento de la vegetación de derecho de vía a realizar una vez se encuentre en operación la doble calzada.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>En la zona de influencia de la vía del Centro poblado Kilometro Dos y medio, el paisaje está ligado principalmente a un forma de vida rural, donde predominan principalmente los pastos enmalezados, y limpios utilizados principalmente en las actividades de ganadería, actividades que generan la pérdida de las pocas coberturas boscosas presentes en el área.</p>	<p>El recurso paisajístico es considerado de gran importancia, debido a que este se expresa como una relación tanto espacial como visual del medio; el cambio que este puede expresar se debe principalmente a las acciones antrópicas; en este caso por la construcción de la Variante Centro poblado Kilometro Dos y medio, influirá en la alteración del paisaje típico de la zona, el cual en el área a intervenir está conformado por Tejido Urbano Discontinuo, Pastos Limpios y arbolados, Vegetación secundaria, Bosques Riparios y Cuerpos de Agua Artificiales,.</p> <p>El mayor momento de impacto sobre el componente paisaje se dará durante la etapa constructiva, considerando la diversidad de actividades a realizar donde el descapote y aprovechamiento forestal, así como la operación</p>

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	35 / 166	

<b>PAISAJE</b>	
<b>Cambios en la calidad perceptual del paisaje</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
	<p>de maquinaria y equipo pesado incidirán de manera drástica en este componente. Sin embargo una vez finalizadas las obras se presentaran medidas de manejo positivas, relacionadas con la adecuación paisajista del área intervenida.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>En la situación actual este impacto se presenta a lo largo de toda la vía, siendo más perceptible en focos de asentamientos y en general en los lugares anexos al corredor vial existente.</p>	<p>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 y cortes, donde el impacto está determinado por la alteración e intervención de las características paisajísticas del entorno inmediato del sitio de construcción de variante.</p> <p>Esta afectación se observara sobre los pequeños parches de bosques riparios presentes en la zona de influencia, dichos anteriormente la zona esta altamente intervenida principalmente por pastos limpios.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y empradización de las franjas ambientales laterales, siembra del cordón de árboles después de la franja ambiental, siembra de arbustos en los separadores viales, traerá un beneficio ambiental positivo.</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje sin proyecto es <b>Media</b>, teniendo en cuenta que de las actividades contempladas, las pecuarias y agrícolas son las actividades que mayor afectación causan sobre el paisaje, ya que causan una disminución considerable de las coberturas naturales relacionadas al ecosistema boscoso.</p>	<p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje con proyecto en etapa de pre-construcción se considera como bajo, así como en etapa de construcción se considera como un impacto negativo <b>Medio</b>, sin embargo con las medidas de empradización y adecuación durante la etapa de operación tendrán un efecto positivo para la percepción paisajística de la zona de influencia de la variante Centro poblado Kilometro Dos y Medio, en especial durante la etapa operativa. Cabe aclarar que durante la etapa de construcción las actividades de descapote y las excavaciones generaran impactos negativos muy altos y el</p>

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	36 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


PAISAJE Cambios en la calidad perceptual del paisaje	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	perfilado y realización de taludes presenta un impacto negativo alto a la percepción paisajística de la zona.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En general, la alteración paisajística y fragmentación de coberturas sobre la zona, es un escenario que se ha venido presentando por la ampliación acelerada de la frontera agrícola y pecuaria. En el paisaje predominan los pastos limpios y el tejido urbano discontinuo, que rodean unas pequeñas zonas de bosques riparios y vegetación secundaria, además de las zonas pantanosas presentes, que durante las temporadas secas son utilizadas principalmente como zonas de pastoreo. El escenario con proyecto representa un impacto negativo en su fase constructiva, por las actividades propias que serán desarrolladas relacionadas con la intervención para la construcción de la variante, el descapote y aprovechamiento forestal de la franja de vegetación que se encuentre allí establecida, así como 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. Es así que el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios “Sin” y “Con” proyecto, se observa la tendencia de un cambio de paisaje rural a la presencia de la variante, la cual en su etapa de construcción genera impactos negativos pero en la etapa operativa trae consigo impactos positivos en la calidad perceptual del paisaje.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	37 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


**Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre**

<b>ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>La presencia del centro poblado Kilometro Dos y medio, y las actividades que se relacionan a la presencia del mismo, como son la agricultura y principalmente la ganadería, han generado la pérdida de la vegetación terrestre presente en la zona.</p>	<p>En la etapa de construcción por las actividades de descapote y remoción de la vegetación, la disposición de los materiales en los sitios de establecidos para este fin, la empradización y el perfilado, generan la pérdida de vegetación terrestre.</p> <p>La poda de árboles de derecho de vía y el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, son dos actividades de manejo positivas sobre la vegetación existente.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Al predominar las coberturas de pastos limpios y tejido urbano discontinuo, el impacto que generan las actividades actuales se da de manera progresiva en las unidades de cobertura vegetal relacionadas a la zona de vida de la zona (Bosque Húmedo Tropical), disminuyendo considerablemente la composición florística original y aumentando el dominio de especies forrajeras y frutales</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; de manera adicional, este impacto se presenta por la intervención que se realiza sobre las áreas legalmente protegidas como son las rondas hídricas o bosques de galería establecidos.</p>	<p>La remoción de la cobertura vegetal existente genera un impacto ambiental negativo e irreversible, sin embargo se deben considerar dos aspectos importantes; el primero hace referencia a la dominancia en el área de estudio de especies asociadas a sistemas agrícolas y principalmente a los pecuarios, por lo cual aunque el impacto es negativo, la magnitud de este sobre la composición florística es baja si lo evaluamos a nivel local; segundo con las medidas a implementar de recuperación y compensación, se busca aumentar de forma significativa la diversidad florística con especies que no solo mejoran la calidad perceptual del paisaje sino que también forman corredores biológicos que aumentaran de forma considerable la conectividad ecológica de la zona, en un mediano plazo.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>El impacto de la pérdida de la vegetación arbórea se manifiesta en toda el área de influencia de la vía, y este se va acrecentando a medida que aumenta el tejido urbano y se amplían las fronteras agrícolas y pecuarias.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el área de influencia directa de la Variante Centro Poblado Kilometro Dos y Medio, con mayor magnitud en los parches de bosque ripario así como en los fragmentos de vegetación Secundaria. La magnitud del impacto será</p>

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	38 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	<p>menor en las áreas que están asociadas a otro tipo de coberturas.</p> <p>Inicialmente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales. 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.</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p>La importancia ponderada para el impacto negativo de alteración de la vegetación terrestre en la situación sin proyecto es <b>Medio</b>.</p>	<p>La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, durante las fases de pre-construcción y construcción, generan un impacto inicial negativo <b>Medio</b>, debido a que en la zona actualmente el nivel de alteración que sufre la vegetación terrestre es alta; el cual se ve compensando durante la fase de operación con los planes de revegetalización, adecuación y conformación morfológica a realizar sobre las áreas de intervención. Sin embargo el descapote, el perfilado y la adecuación de material en la etapa de construcción tienen un impacto negativo muy alto sobre la vegetación terrestre presente en el área del centro poblado Kilometro Dos y Medio.</p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>Al hacer la revisión del estado en el que se encuentran la vegetación terrestre en el área de influencia de la variante Centro poblado Kilometro Dos y medio, en busca de fragmentos importantes de bosque solo es posible encontrar vegetación dominada en su mayoría por especies forrajeras y frutales, la cobertura presente se asocia a rondas hídricas, siendo evidente que las coberturas de bosque han ido disminuyendo, principalmente por el aumento de la frontera agrícola o de ganadería extensiva, siendo este el mayor uso que se le da al suelo, por lo que las coberturas dominantes corresponden a pastos en general, por todo lo anterior es de esperarse que la conectividad de la zona este en mal estado.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	39 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática**

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Afectación de la biota acuática</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actividades pecuarias y descargas puntuales o difusas de aguas residuales y basuras, sobre cuerpos de agua de diferente índole presentes en el área de influencia de la variante Dos y Medio.	Durante la construcción de la variante Dos y medio las actividades que pueden generar un impacto negativo están asociadas a procesos de Perfilado, la conformación de ataguías en sacosuelo, la preparación de concretos y la Instalación de prefabricados con grúas. Posteriormente, durante la fase de operación generaran afectación el mantenimiento de obras de arte y puentes.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Durante la situación sin proyecto, asociado a actividades antrópicas y extractivas se presenta sobre los cuerpos de agua el desmejoramiento de la calidad del agua, en especial aumentos de DBO, coliformes totales y fecales y aumento de turbidez y sólidos en el agua, impactando sobre la biota acuática presente en los mismos.	<p>En la fase de ejecución del proyecto, durante las actividades constructivas y operativas de la variante Dos y Medio se presentaran modificaciones al hábitat de la flora y fauna acuática, por lo cual se afectarán las comunidades que residen de manera permanente en el cauce o aquellas que transitan por él y ocurrirá en todas las corrientes mayores o menores donde se desarrollen trabajos aledaños cuyos drenajes contaminados lleguen a dicha corriente. Habrá pérdida de organismos bióticos en su mayoría invertebrados y microalgas que se adhieren a las rocas, afectando negativamente la red trófica del cuerpo de agua o los cuerpos de agua, asociados a estos.</p> <p>Este impacto ocurrirá por impedimentos físicos directos o indirectos como la presencia de personal dentro del cauce, derrames de concreto hidráulico al cuerpo del agua, al igual de escombros al momento de realizar las labores de limpieza y entrega final, y demás sustancias asociadas a la construcción del proyecto, los cuales se pueden constituir como barreras ante el paso de los peces u otros individuos de menor tamaño.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Cuerpos de Agua presentes en el Área de Influencia de la futura variante Dos y Medio.	Este impacto ocurrirá en los cuerpos de agua del AID de la variante Dos y Medio en donde se desarrollen trabajos aledaños, cuyos drenajes contaminados puedan llegar a dicha corriente, como residuos sobrantes de movimientos de tierra; vertimientos líquidos (aceites, combustibles, lubricantes) y/o aguas residuales de los baños portátiles entre otros.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
La importancia ponderada para el impacto negativo de	La valoración de la calificación Ambiental en el

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	40 / 166

### ECOSISTEMAS

#### Afectación de la biota acuática

##### **Situación Actual (Sin proyecto)**

afectación de la biota acuática en la situación sin proyecto es **Medio**.


##### **Situación futura (Con proyecto)**

escenario con proyecto (construcción y operación), se considera como un impacto negativo **Medio**.

#### COMPARACIÓN DE RESULTADOS


Son mínimas las diferencias existentes entre el escenario sin y con proyecto, siempre y cuando se realicen desde el inicio de las obras control estricto de los procedimientos, aplicables con la finalidad de no contaminar el medio hídrico, el cual ya se encuentra en malas condiciones debido a las actividades antrópicas y mala disposición de basuras y aguas residuales que se maneja dentro del área de influencia de la construcción de la Variante Dos Y Medio.



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>ESTADOS UNIDOS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	41 / 166	


**Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de flora nativa**

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Disminución en las poblaciones de flora nativa.</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>En el centro poblado Kilometro Dos y medio la disminución de poblaciones de flora esta principalmente ligada, a la presencia de este centro poblado además de las actividades como la ganadería, la extracción de madera para consumo local, aunque esta última actividad no disminuye tanto las poblaciones como si lo hacen las actividades agrícolas y pecuarias.</p>	<p>La disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas en un escenario con proyecto, se puede presentar durante la etapa constructiva con la ejecución actividades relacionadas con el descapote y remoción de la vegetación (incluyendo talas), la poda de árboles en derecho de vía, operación de maquinaria y equipo pesado y durante la operación de la variante con el tránsito que se generará sobre las vías y puentes construidos.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Actualmente la disminución de las poblaciones de flora esta ligada principalmente al uso de la comunidad, ya que esta es utilizada como comercialización y como materia prima para la construcción de sus casas y las zonas de mantenimiento de animales (galpones).</p> <p>También la disminución de las poblaciones de flora está ligada a las actividades pecuarias principalmente la ganadería, ocasionando la pérdida de biodiversidad.</p> <p>Estas actividades impacta al medio ambiente ya que con la perdida de las poblaciones de flora se pierde la diversidad de especies, lo que conlleva a perdidas en materia de fauna ya que pierden sus hábitats, la dispersión y propagación de semillas también se ve afectada debido a la disminución de los agentes polinizadores y dispersores, ya que con la perdida de comunidades de fauna disminuye la propagación de especies vegetales igualmente.</p> <p>Al disminuirle las poblaciones de flora ocasiona la perdida de factores climáticos, de conservación y soporte que la vegetación realiza en el área de influencia del proyecto.</p>	<p>La principal causa de pérdida de flora nativa, se encuentra ligada a la actividad de descapote y remoción vegetal, ya que la pérdida de elementos arbóreos y la intervención directa sobre las coberturas vegetales, disminuye la presencia de comunidades de flora y ocasiona igualmente perdida de conectividad y una disminución de comunidades de fauna.</p> <p>Cabe aclarar que actualmente esta pérdida de flora y fauna se presentan, con la construcción y puesta en marcha de la variante, ocasionara el aumento del flujo vehicular propiciando la disminución de individuos de fauna por atropellamientos, también la variante traerá consigo nuevos pobladores lo que originara una mayor presión sobre las comunidades de flora que queden después de la construcción de la variante, originando una posible disminución de las mismas si no se realizan unas acciones concretas y certeras de conservación y recuperación de la flora</p> <p>Sin embargo para mitigar estos impactos se plantea dentro del arreglo paisajístico la siembra y recuperación de una franja ambiental manejada con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>En el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta que allí se encuentra el centro poblado Kilometro dos y medio y las actividades pecuarias y agrícolas que se presentan en el área.</p>	<p>A lo largo del área de construcción de la Variante</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p>La calificación ambiental evaluada para el impacto de</p>	<p>La calificación ambiental evaluada para el impacto</p>

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	42 / 166	


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Disminución en las poblaciones de flora nativa.</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<p>disminución en las poblaciones de flora nativa sin proyecto, es considerada como <b>Alto</b>, dado que hoy en día se presentan efectos propios generados por la ampliación de las fronteras agrícolas y ganaderas así como la perturbación que implica la existencia del casco urbano.</p>	<p>de disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas sin proyecto, es considerada como <b>Alto</b>, debido principalmente a las actividades relacionadas con la construcción de la variante y posteriormente con la operación de la misma por lo cual se requiere de la implementación de medidas certeras que mitiguen el incremento de los impactos ya evidenciados en el escenario sin proyecto.</p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la presencia de los asentamientos humanos, desarrollo de actividades antrópicas, corredores viales, entre otras actividades que han generado la disminución de las poblaciones de flora y fauna a lo largo del tiempo; con la construcción y operación de la variante vial, dichos efectos se verán incrementados en etapa constructiva principalmente por el descapote y aprovechamiento forestal lo cual causará perturbación sobre los ecosistemas aledaños; en etapa operativa se generarán los mismos impactos que actualmente genera la presencia de la vía, aunque estos serán mitigados por la siembra de árboles sobre el corredor lineal ubicado después de la franja ambiental que además de servir como elemento paisajístico servirá como barrera viva para la conservación de hábitats y la conectividad entre parches de vegetación.</p>	


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	43 / 166	

**Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Efecto borde y barrera**

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Efecto borde y barrera</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Efecto de borde y barrera generado por el desarrollo de actividades forestales, silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros.</p>	<p>Efecto borde y barrera acentuado a partir de las actividades propias del desarrollo del proyecto (etapa de construcción) tales como: Relocalización de infraestructura y servicios interceptados, descapote y remoción de la vegetación (incluye talas), excavaciones y cortes del terreno, movimiento de tierras, construcción de obras de arte, colocación de concreto hidráulico, colocación y compactación de concreto asfáltico.</p> <p>Adicionalmente se contempla un posible incremento del efecto de barrera durante la fase de operación vial de la nueva variante.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Las actividades forestales silvopastoriles y los sistemas agrícolas y pecuarios son de origen antrópico, consecuentemente con su implementación y desarrollo han transformado los ambientes naturales principalmente para la obtención de alimentos. Como consecuencia de ello, se ha generado la fragmentación del hábitat y el aislamiento de poblaciones de fauna silvestre.</p> <p>El impacto más significativo del efecto de borde es la fragmentación de hábitats naturales, afectando la disponibilidad de alimento y el potencial reproductivo de las especies de fauna silvestre.</p> <p>En el área donde se proyecta la construcción de la variante Dos y Medio se encuentran pequeños fragmentos de bosque de galería, vegetación secundaria y algunos relictos de vegetación riparia inmersos en grandes matrices de pastos limpios dedicados a la ganadería o agricultura, generando esto bordes y barreras abruptos. Los bosques de galería actuales han sido sometidos a procesos de entresaca y son remanentes de vegetación arbórea.</p> <p>La afectación de las coberturas boscosas se evidencia en la actualidad por la prevalencia de especies generalistas (dispersoras y en algunos casos invasoras de hábitats alterados) que desplazan especies nativas y con altas probabilidades de penetrar al interior.</p> <p>Las especies de borde se sienten atraídas a estos nuevos hábitats y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito</p>	<p>La construcción de la variante vial Dos y Medio acentuará el efecto de borde existente en la actualidad en el área de estudio considerando que las vías causan un aumento en áreas marginales o de borde, más aun teniendo en cuenta que en actividades como el aprovechamiento forestal se presenta la pérdida de individuos arbóreos.</p> <p>Adicionalmente, el efecto barrera traerá consecuentemente limitaciones de desplazamiento a la fauna existente bien sea por la imposibilidad de cruzar la nueva vía o por los atropellamientos que tiene lugar por la operación del nuevo corredor vial.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que si bien en la actualidad los hábitats de fauna existentes son limitados en el área donde construirá la variante, la creación de una nueva barrera (vía nueva) y en conjunto con la operación de la misma incrementaran la vulnerabilidad de las especies de fauna existente por el tránsito vehicular que se verá reflejado en la alteración de capacidad de dispersión y la movilidad de los individuos.</p> <p>Finalmente se debe tener en cuenta que la construcción de la variante vial Dos y Medio, generará la reducción del área de los relictos de bosque de galería y demás vegetación por la intervención directa generada por los requerimientos constructivos de la misma.</p>


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	44 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

ECOSISTEMAS Efecto borde y barrera	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
reproductivo de las especies de interior.	
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Ecosistemas boscosos intervenidos y vegetación secundaria, inmersos en matrices de pastos y/o cultivos y ecosistemas fragmentados.	Ecosistemas de porte arbóreo y arbustivo que serán intervenidos para la construcción de la variante vial Dos y Medio.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación del impacto efecto borde y barrera generado por el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas y antrópicas en la zona es considerado como <b>Bajo</b> , puesto que se han modificado los ambientes naturales y se han cambiado por sistemas que impiden el flujo de animales con requerimientos de hábitat específicos, así como se ha impedido el establecimiento y transporte de semillas por medios naturales que contribuyan a la viabilidad de plántulas que inicien y potencialicen los procesos de restauración natural.	El impacto efecto borde y barrera, en el escenario con proyecto se estima con una calificación ponderada de <b>Medio</b> , siendo mayor una vez el proyecto vial entre en operación puesto que la probabilidad que tienen las plantas y los animales de intercambiar material genético y cruzar las vías se reduce ante el volumen de carros que transiten la variante. Cabe anotar que este impacto disminuirá con la implementación de medidas preventivas y mitigatorias que favorezcan el desplazamiento de especies faunísticas y disminuyendo la probabilidad de atropellamientos (señalización adecuada-creación de pasos de fauna para los diferentes grupos).
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la fragmentación de ecosistemas y el marcado efecto borde producido por intervenciones de tipo antrópico, pecuario y agrícola especialmente, la presencia de corredores viales rectos ya existentes y la existencia de zonas urbanas que hacen uso contante de los recursos madereros que les ofrece los relictos de bosques de galería, vegetación secundaria y riparia presentes en la zona. Sin embargo, aunque el desarrollo del proyecto (construcción de la vía Variante Dos y Medio) acentuará este impacto de manera especial durante las actividades constructivas y primeros años de operación, se considera que con la implementación de medidas de manejo adecuadas tanto en las fases constructivas como operativas prevendrá y minimizará los posibles impactos que generen las actividades propias de la construcción y operación de la misma.</p> <p>Por otro lado, los impactos actuales (sin proyecto) sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de fauna incide en el efecto de barrera que representan los corredores viales y la existencia del casco urbano sobre la capacidad de dispersión o movimientos de las especies animales.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	45 / 166	


**Tabla 5-20. Evaluación de Impactos Ambientales- Modificación de hábitats de fauna silvestre**

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Modificación de hábitats de fauna silvestre</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
La modificación de hábitats en el área proyectada a construir la variante Dos y Medio se ha generado por la expansión a través del tiempo de actividades forestales, silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas (presencia relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros.	La modificación de hábitats tendrá lugar durante la etapa constructiva de la variante Dos y Medio por actividades propias del desarrollo del proyecto tales como: Descapote y remoción de la cobertura vegetal; excavaciones, cortes y voladuras; movimiento de tierras y actividades de empujamiento.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>La fragmentación de las coberturas vegetales reguladoras de la mayoría de procesos ecológicos en los ecosistemas naturales es un fenómeno que se ha venido desarrollando en el área donde se proyecta a construir la variante Dos y Medio a causa de la expansión de las fronteras de actividades antrópicas relacionadas con el manejo forestal silvopastoril, pecuario y agrícola.</p> <p>Las actividades antrópicas mencionadas han generado que bosque o parches de bosques queden fragmentados e inmersos en matrices de pastos limpios o arbolados y con posibilidades de conexión muy reducidas o nulas, que ha desencadenado en la disminución en la composición de especies e individuos de fauna.</p> <p>Por lo anterior en el área a construir la variante Dos y Medio se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones.</p>	La construcción de la variante vial Dos y Medio, aunque si bien no se considera el generador principal de la fragmentación del ecosistema, si contribuirá a la misma en términos de afectación de las coberturas vegetales existentes y como consecuencia la reducción de parches o fragmentos de bosques y vegetación secundaria que hoy en día se registran en la zona. Si bien en la actualidad estos relictos se encuentran aislados, de alguna manera generan conectividad y son sustento para la movilización de la fauna silvestre.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Ecosistemas fragmentados por la implementación de sistemas pecuarios y agrícolas.	En las zonas de construcción del corredor vial Variante Dos y Medio (obras de drenaje especialmente)..
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
La calificación ponderada para la fragmentación de hábitats en etapa sin proyecto es considerada como <b>Media</b> .	La importancia ponderada para el impacto modificación de hábitats, en el escenario con proyecto es de <b>Media</b> .
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
Los impactos actuales (sin proyecto) referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, agrícola e implementación de actividades pecuarias. Por otro lado con la construcción de la variante Dos y Medio este impacto se incrementará en el sentido de que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas a intervenir.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	46 / 166	


**Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Fragmentación de hábitat**

<b>ECOSISTEMAS Fragmentación de Hábitats</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
La presencia del centro poblado, las actividades agrícolas pecuarias, la utilización indiscriminada de los recursos hacen que la fragmentación de ecosistemas sea un impacto sobresaliente sobre el área de estudio.	La fragmentación de hábitats, se observara principalmente en las etapas de construcción de la variante, debido a la tala de arboles, al descapote, a la construcción de la vía y obras de apoyo de la misma.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Uno de los impactos derivados de la construcción y operación de infraestructuras lineales, es la fragmentación y aislamiento de ecosistemas.</p> <p>Sobre el área de influencia la principal causa de fragmentación de hábitats es la deforestación, debido a la búsqueda de nuevos espacios para la implementación de ganado en esta zona, ocasionando con esta disminución la perdida de diversidad biológica, debido a que esta fragmentación ocasiona el aislamiento de la vegetación, originando la perdida de la conectividad de la misma, la composición florística de la misma ya que en el área de intervención se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones.</p>	<p>La construcción de la variante vial, aunque si bien se considera que no será el generador principal de la fragmentación de ecosistemas, pues se evidencia esta fragmentación en la zona como un impacto marcado actualmente debido a las labores antrópicas como el aumento de la barrera tanto agrícola como ganadera, estas acciones incrementará dicha fragmentación en términos de las coberturas que serán intervenidas y la reducción de esos parches o fragmentos boscosos que hoy en día se establecen en la zona, que si bien se encuentran fragmentados y aislados, de alguna manera generan conectividad y corresponden a los relictos que permiten el sustento y movilización de la fauna silvestre, esto especialmente referido a los cordones de vegetación riparia,</p> <p>Sin embargo es necesario que las actividades de compensación que se realicen en la zona de influencia de la variante, se realicen principalmente en las zonas donde se encuentra vegetación riparia y que no se vea afectada por la construcción de la variante, ya que allí se presenta un bosque ripario el cual se puede buscar su enriquecimiento con especies propicias para este tipo de ecosistema..</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, teniendo en cuenta su función de interconector de la biota terrestre con los ecosistemas adyacentes a la zona, como el bajo magdalena.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Ecosistemas fragmentados por la implementación de sistemas pecuarios, agrícolas y el centro poblado.	En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales y parches de vegetación riparia principalmente.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
La calificación ponderada para la fragmentación de	La importancia ponderada para el impacto

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	47 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS Fragmentación de Hábitats</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
hábitats en etapa sin proyecto es considerada como <b>Alta.</b>	fragmentación de hábitats, en el escenario con proyecto es de <b>Alta.</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>Los impactos actuales referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, el comercio, el aumento de zonas de estacionamiento de vehículos de carga pesada, e implementación principalmente actividades pecuarias. Por otro lado con la construcción de la variante este impacto se incrementará en el sentido de que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas presentes en el área de influencia de la variante, se propondrán medidas de mitigación mediante la restauración de las coberturas vegetales asociadas a bosques secundarios y riparios ubicados cerca de la zona de construcción y que no se vean afectados con las actividades de construcción de la misma.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	48 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Tabla 5-22. Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de fauna silvestre**

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Disminución en las poblaciones de fauna silvestre</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>La disminución en las poblaciones de fauna silvestre en el área de estudio se encuentra influenciada en la actualidad con el desarrollo de actividades forestales (talas), pecuarias, agrícolas, por domesticación y comercialización especies de fauna y atropellamientos producto de la existencia de un corredor vial.</p>	<p>La disminución en las poblaciones de fauna silvestre puede darse durante la construcción y operación de la variante Dos y Medios por el desarrollo de las siguientes actividades:</p> <p><u>Construcción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demolición de infraestructura existente.</li> <li>- Relocalización de infraestructura y servicios interceptados.</li> <li>- Descapote y remoción de vegetación.</li> <li>- Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación.</li> <li>- Excavaciones, cortes y voladuras.</li> <li>- Movimiento de tierras</li> <li>- Disposición de material sobrante de excavación.</li> <li>- Construcción de obras de arte</li> <li>- Colocación de concreto.</li> <li>- Poda de árboles en derecho de vía.</li> </ul> <p><u>Operación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación (circulación permanente de vehículos).</li> <li>- Mantenimiento de obras de drenaje.</li> <li>- Mantenimiento de vegetación.</li> <li>- Mantenimiento de las bermas.</li> </ul>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Hoy en día la pérdida de fauna silvestre en la zona donde se proyecta la construcción de la variante Dos y Medio está determinada por el uso indiscriminado de los recursos naturales, el aprovechamiento de bosques de galería y vegetación secundaria para obtención de madera y su uso de tipo doméstico. De igual manera la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias ha propiciado la pérdida de coberturas con algún grado de conservación para dar paso a grandes extensiones de pastos y cultivos pancoger.</p> <p>El corredor vial existente, actúa como una barrera física, lo cual incide sobre la capacidad de dispersión de animales y plantas (dispersión de semillas) entre ecosistemas adyacentes, dando como resultado constantes atropellamientos, disminución de la densidad poblacional y pérdida de interacción entre e intra específicas.</p> <p>La principal afectación a la fauna de la zona, se</p>	<p>En general, los proyectos viales han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, la apertura de carreteras, al igual que todas las obras de infraestructura y actividades humanas, causa efectos negativos sobre el ambiente.</p> <p>Entre los efectos ecológicos más significativos de la construcción de la variante Dos y Medio pueden citarse los siguientes: fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa.</p> <p>Se considera que la construcción y operación de la variante vial Dos y Medio puede generar atropellamiento de individuos de fauna silvestre y</p>



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	49 / 166


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

ECOSISTEMAS	
Disminución en las poblaciones de fauna silvestre	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>encuentran ligada a la intervención de los ecosistemas, para el desarrollo de actividades pecuarias, pues estas traen consigo la generación de vertimientos, residuos, cambios de coberturas vegetales, entre otros que incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones de fauna que aún se encuentran en esta zona.</p>	<p>de esta forma producirse cambios en los patrones reproductivos y comportamentales generados por la nueva vía que puede resultar en la disminución de las poblaciones. Si bien estos impactos ya se presentan en el área a intervenir, la presencia constante de flujo vehicular y consecuente incremento en el ruido, contaminación, luces artificiales y presencia humana podrían generar un incremento en las pérdidas de fauna silvestre.</p> <p>De este modo entre los factores que se considera mayor impacto ecológico causan a la fauna es el ruido, ya que genera efectos como el desplazamiento, reducción de área de actividad, aumento en las hormonas del estrés, comportamientos alterados, interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, entre otros.</p> <p>Las operaciones de limpieza y poda de árboles con derecho de vía suponen un efecto negativo sobre la fauna, por la desaparición o alteración de hábitats así como por la generación de ruidos que ahuyentan y molestan a la fauna del lugar. La magnitud de la destrucción directa del hábitat de las especies depende en gran medida de las características de la carretera proyectada, fundamentalmente de la anchura de la calzada y del talud.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
A lo largo del área de influencia indirecta de la variante Dos y Medio.	Área de influencia directa de la variante Dos y Medio.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>La calificación del impacto de disminución en las poblaciones de fauna silvestre en el escenario sin proyecto es considerada como <b>Muy Bajo</b>.</p> <p>Es importante resaltar que la Variable Dos y Medio se localizará de forma adyacente a una vía existente, donde se evidencian recurrentemente eventos de atropellamiento ocasionado por el tránsito vehicular.</p>	<p>La importancia ponderada para el impacto disminución en las poblaciones de la flora y fauna en el escenario con proyecto es <b>Media</b>, debido principalmente a las actividades constructivas las cuales requieren de uso y aprovechamiento de los recursos naturales.</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto es evidente el impacto generado por la presencia de los asentamientos humanos, desarrollo de actividades antrópicas, corredores viales, entre otras actividades que han generado la disminución de las poblaciones de fauna silvestre a lo largo del tiempo. Con la construcción y operación de la variante vial Dos y Medio, dichos efectos se verán incrementados en etapa constructiva principalmente por el descapote y aprovechamiento forestal y por aquellas actividades que</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	50 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Disminución en las poblaciones de fauna silvestre</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<p>generen ruido, lo cual causará perturbación sobre los ecosistemas aledaños; en etapa operativa se generarán los mismos impactos que actualmente genera la presencia de la vía actual.</p>	


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	51 / 166	

### 5.2.3 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 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios**

<b>INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Las viviendas de Dos y medio se encuentran ubicadas sobre el corredor de la vía nacional, ya que allí desarrollan actividades económicas relacionadas con el transporte. La cercanía de estos predios a la vía, puede generar daños y deterioro a la infraestructura de estas viviendas.	Las actividades como demolición de infraestructura existente y vivienda, Relocalización de infraestructura interceptada, transporte de materiales de construcción y sobrantes. En este impacto tenemos en cuenta las viviendas aferentes al frente de obra, porque son las que tendrán afectación por vibraciones y cercanía al lugar de ejecución
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Afectación a la estructura y estabilidad de las viviendas por la constante vibración generada por los vehículos que transitan la vía e ingresan a Dos y medio a los restaurantes y casetas.	Afectación de predios por cercanía al frente de obra.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
La situación descrita se presenta en el en el Centro poblado de Dos y Medio.	El impacto con el proyecto se produce en la zona de influencia directa del paso de la variante por el Centro poblado de Dos y Medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) - 4.0</i> <b>Impacto ambiental de importancia baja</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4.2</i> <b>Impacto ambiental Media para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4.1</i> <b>Impacto ambiental Media para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>La situación actual sin proyecto se presenta en el centro poblado frente a la troncal a la costa en la que se presenta gran actividad comercial relacionada con la prestación de servicios a los transportadores de carga pesada provenientes y con dirección a Vasconia donde realizan la descarga de crudo. Este impacto se califica como negativo ya que el constante flujo de vehículos por la vía afecta la estructura de las viviendas ubicadas sobre el derecho de vía por su cercanía con las mismas.</p> <p>Por otra parte, en la situación con proyecto, en la etapa de pre-construcción se prevé la afectación a 21 construcciones residenciales en las que residen 27 familias y 5 unidades comerciales, este impacto se califica de magnitud media por el número de familias a afectar. En la etapa de construcción se pueden generar afectación a las viviendas más cercanas al centro de obra, por, ruido, material particulado, por lo cual se califica este impacto como medio de carácter negativo.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	52 / 166	

**Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad.**

<b>INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En el Centro poblado Dos y Medio se presenta afectación a la movilidad debido al tráfico de automotores de carga pesada que circulan constantemente hacia Vasconia y otros campos petroleros de la zona	En el desarrollo de la obra, se afectara el acceso que de Dos y Medio conduce al Municipio de Otanche, esta zona representa gran flujo vehicular.  De igual manera tendrá una afectación media, en cuanto a las actividades generadas en el desarrollo de la obra. Estas actividades pueden ser relocalización de infraestructura, transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, movimientos de tierras, disposición de material sobrante y residuos y construcción de obras especiales.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Congestión vehicular en el paso del corredor vial, riesgo de accidentes, reducción del espacio para la movilidad por la presencia de negocios y su funcionamiento.	Alteración de la movilidad de la población se desplaza por motivo de estudio y trabajo desde y hacia las veredas, de la carretera Otanche y movilidad de los vehículos que transportan crudo.  En este acceso se realizó un aforo de movilidad el cual evidencio que la mayor parte de los vehículos que allí se movilizan son motos y carros provenientes de los campos petroleros
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Dos y medio a lo largo actual corredor vial.	Acceso a Otanche
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) – 7,1</i> <b>Impacto ambiental de importancia Alta</b>	<i>Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -5,5</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,0</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,4</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la actual troncal a la costa, transitan constantemente gran cantidad de vehículos de carga pesada, que se dirigen a los campos petroleros de la zona. Actualmente los vehículos que se dirigen a Vasconia tienen que esperar orden de descargue en los parqueaderos de Destino Seguro ubicados en el centro poblado. Cuando no hay capacidad en estos los vehículos parquean a bordo de vía, presentándose congestión en el tráfico, riesgo de accidentes y reducción del espacio para la movilidad para la población asentada en la zona. Este impacto es negativo y de importancia alta.	
En la etapa de pre construcción y construcción se prevé que las actividades propias de la construcción afectaran las dinámicas de movilidad de la población que actualmente se encuentran establecidas, estos	

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	53 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


### INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad

#### ***Situación Actual (Sin proyecto)***

#### ***Situación futura (Con proyecto)***

impactos afectaran principalmente el sector comercial del centro poblado.


En la fase de operación y mantenimiento se presentará un impacto medio en este componente ya que se modificara la movilidad en el sector, positivamente debido a que la construcción de la segunda calzada y los retornos garantizaran el acceso al centro poblado, sus parqueaderos y los establecimientos comerciales. El sector comercial además debe ser fortalecido a partir de la implementación de las adecuadas medidas de manejo.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	54 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


**Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	
<b>Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente, Centro poblado de Dos y medio, cuenta con redes de servicio de acueducto y energía eléctrica cerca a bordo de la vía actual, también cuentan con servicio de recolección de basura y pozos sépticos como sistema de disposición.	En la fase de construcción este tipo de afectación se puede generar por las actividades relacionadas con demoliciones de infraestructura y viviendas existentes, relocalización de infraestructura y servicios interceptados, movimiento de tierras (cortes, rellenos-compactación) y excavaciones y cortes.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
El servicio del acueducto se presenta con restricción en zonas y horarios porque el tanque no tiene capacidad para abastecer el total de la comunidad. La deficiencia de los pozos sépticos y disposición a cielo abierto genera problemas de salud y malos olores en el sector	Restricción temporal en la prestación del servicio de acueducto por afectación del tanque elevado del acueducto veredal
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Este impacto se presenta todo el Centro poblado	<p><b>Redes:</b> Afectación sobre una tubería de gasolina actualmente en desuso esta se ubica paralela a la carretera que conduce a Otanche.</p> <p><b>Acueductos:</b> Afectación a la red del acueducto de las viviendas al costado suroriental del centro poblado</p> <p><b>Alcantarillado</b> Afectación total sobre el pozo séptico en el sector de la selva que brinda el servicio al 10% de la población.</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,5</b> <b>Impacto ambiental de Baja importancia de factor negativo</b>	<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5,0</b> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la actual situación, es decir sin proyecto, centro poblado no cuenta con el 100% de cobertura de los servicios básicos como acueducto, alcantarillado, aseo y recolección de basuras, tampoco se cuenta con una gestión por parte de la comunidad o municipio para mejorar el tipo de servicios que actualmente se prestan. Por otro lado no se identifican actividades que actualmente afecten la prestación de los servicios con los que actualmente se cuenta por lo que se califica como un impacto de baja importancia de tipo negativo	
Con la construcción de la variante, temporalmente se harán cortes en el servicio de acueducto, por adecuación sobre algunas redes de acueducto afectadas, además se afectara el pozo séptico del sector la selva, este impacto en la etapa de construcción se valora como de magnitud media, de carácter temporal que es mitigable con adecuadas medidas de manejo.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	55 / 166	

**Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios.**

<b>ECONOMÍA</b>	
<b>Demanda de Mano de Obra y de servicios</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la zona de influencia del corredor vial la demanda de mano de obra se genera por el comercio que se encuentra en el sector, relacionado con el transporte	La construcción de la variante en el centro poblado Dos y Medio, requerirá personal operativo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
En Dos y Medio, se encuentra en la vía principal casetas, restaurantes y hoteles que son la principal fuente de ingresos para la población del centro poblado	La construcción de la variante generará una nueva opción de trabajo en la zona de influencia directa e indirecta del proyecto, creando espacios para la vinculación de personal operativo, situación que beneficiara a las familias por el aumento de mano de obra.  De igual manera se aumentara la demanda de servicios como hoteles, casetas y restaurantes lo que dinamizara la economía local durante el desarrollo del proyecto.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En el Centro poblado de Dos y Medio	Centro Poblado Dos y Medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 8,0</b> <b>Impacto ambiental de importancia Muy alto de carácter positivo.</b>	<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 6,3</b> <b>Impacto ambiental de Alta importancia positivamente para la etapa de pre-construcción</b> <b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,3</b> <b>Impacto ambiental Media importancia positiva para la etapa de construcción</b> <b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,9</b> <b>Impacto ambiental de media importancia positiva para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad la zona de influencia del proyecto, la demanda de mano de obra se presenta como resultado de la actividad comercial, no se identificaron empresas, proyectos actividades que generen suficiente demanda de mano de obra comparada con la oferta de trabajadores en la zona. De igual manera la población dedicada al comercio sobre la vía nacional, manifiesta que los ingresos que obtienen los habitantes de la zona provienen casi exclusivamente de esta actividad aunque también afirman que se presentan altos niveles de desempleo porque la oferta de trabajo es por temporadas.</p> <p>En la situación con proyecto se brindará una nueva alternativa laboral que vinculará personas de la zona en la etapa de construcción y que motivara la llegada de nueva población al en búsqueda de nuevas fuentes de empleo, se califica como positivo y de alta importancia.</p> <p>La situación se mantendrá en etapa de operación y mantenimiento ya que se garantizan los accesos y la movilidad que es necesaria para el sector comercial, el sector comercial del sector debe ser fortalecido con las adecuadas medidas de manejo</p>	


<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	56 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector**

<b>ECONOMÍA Productividad del Sector</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la actualidad se presentan importantes niveles de productividad, generada principalmente por las actividades comerciales sobre la vía nacional, así como la explotación pecuaria del sector	En la etapa de construcción las actividades de demolición y relocalización de infraestructuras, la interceptación de servicios, el transporte de materiales, pueden generar un impacto negativo en la economía y productividad de la actividad comercial del sector.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
La condición socioeconómica y productiva de los habitantes de Dos y Medio, depende del comercio desarrollado sobre la vía, de la movilidad de los transportadores y principalmente en la zona de la variante depende de las actividades pecuarias que se desarrollan en el sector.	La productividad del sector se mantendrá durante la etapa de pre-construcción y construcción ya que las actividades constructivas no se realizaran sobre las zonas de actividad comercial
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado Dos y Medio	Centro Poblado Dos y Medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,7</i> <b>Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 6,1</i> <b>Impacto ambiental de Alta importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 6,4</i> <b>Impacto ambiental de Alta importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) - 4,0</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación.</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la situación sin proyecto, en el corredor vial se desarrollan importantes actividades comerciales productivas que son de carácter muy relevante para el sector en términos de economía y oferta laboral a la población, por lo que el impacto en la actualidad se valora como medio positivo.	
En la situación con proyecto, en la etapa de pre-construcción y construcción la llegada de nueva población a la zona causara una dinamización en la actividad comercial del sector lo que se reflejara en el aumento de la demanda de productos y servicios, este impacto se considera positivo y de alta importancia. Sin embargo en la etapa de operación y mantenimiento, se debe tener en cuenta que se presentara una disminución en la demanda de servicios por dispersión de la población flotante que llego a la zona en la etapa constructiva, este impacto debe ser tenido en cuenta y se debe implementar las medidas de manejo para el fortalecimiento de la actividad comercial en el sector.	




<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	57 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos**


<b>ECONOMÍA</b>	
<b>Afectación de los ingresos</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la actualidad se identifica la actividad comercial como la principal generadora de ingresos de la población del sector.	Durante las etapas de pre construcción, construcción y operación se generarán procesos de contratación de personal para el desarrollo de actividades de carácter operativo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Impacta positivamente a la población de la zona, generando fuentes de empleo e ingresos para los habitantes de la zona rural y urbana del municipio.	<p>Con la ejecución del proyecto se vinculará personal del sector generando una afectación positiva a los ingresos de las familias.</p> <p>La construcción de la variante afectará la generación de ingresos y las condiciones de empleo en la actual zona comercial, por la desviación del tránsito que puede generar la variante, reduciendo el paso de vehículos en el corredor actual.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En el Centro poblado de Dos y Medio	En el Centro poblado de Dos y Medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,6</b></p> <p><b>Impacto ambiental de importancia Medio de carácter positivo.</b></p>	<p><b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,7</b></p> <p><b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) 5,0</i></p> <p><b>Impacto ambiental Medio importancia para la etapa de construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -4,0</i></p> <p><b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad en la zona de influencia del proyecto se identifica población que genera sus ingresos a través de la vinculación a actividades de comercio y en menor medida actividad pecuaria de la zona.</p> <p>En la situación con proyecto en la etapa de pre-construcción y construcción generara un impacto positivo debido a la contratación de mano de obra no calificada que se debe realizar en el sector. Sin embargo la contratación de esta mano de obra no se mantendrá en la etapa de operación, lo que generara disminución en los ingresos en una parte de la población. Este impacto se califica como positivo durante la construcción y negativo durante de la fase de operación y mantenimiento.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	58 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente**


<b>SOCIAL</b>	
<b>Generación de Riesgos de Accidentes</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
La generación de riesgos de accidentes es alta debido al alto flujo vehicular que circula por la vía.	<p>La no señalización adecuada de la zona que se va a intervenir y la poca información que se pueda llegar a brindar a la población en una zona de alta movilidad puede generar riesgos de accidentes</p> <p>La demolición de infraestructura, descapote y remoción de vegetación, transporte de materiales de construcción y sobrantes de excavación, movimientos de tierra, construcción de obras de arte, perfilado, pintura y señalización, limpieza y entrega final. Mantenimiento de obras de arte, cambios en la señalización y flujos vehiculares.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Con atropellamientos si no se tiene cuidado al cruzar la vía nacional y accidentes de tránsito si no se conduce a una velocidad moderada.	Aumento en la accidentalidad del corredor principalmente durante la etapa de pre-construcción y construcción.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Se puede presentar sobre la vía nacional al paso por Dos y Medio	En la zona de proyección de la variante de Dos y Medio.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><i>Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -5,8</i>  <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de sin proyecto.</b></p>	<p><i>Calificación Ponderado del Impacto (CPI) -3,2</i>  <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción</b>  <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,8</i>  <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</b>  <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,4</i>  <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de Operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto se presenta una alta accidentalidad en la zona, por el gran flujo de vehículos que circula por la carretera nacional, sumado a la presencia de vehículos de carga pesada invadiendo el derecho de vía.</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 reducible con adecuadas medidas de manejo, por ello se considera como un impactos de magnitud Media de carácter negativo</p> <p>En la fase de operación cambia la condición. La construcción de la doble calzada por fuera del centro poblado, reducirá la accidentalidad al alejarse la movilidad de tráfico automotor a altas velocidades de la zona de alta movilidad y tránsito de la población por eso se califica este impacto como media importancia y de carácter positivo para la etapa de operación y mantenimiento</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	59 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


**Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud**

<b>SOCIAL</b>	
<b>Cambio en las condiciones de salud</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Se identifica que la cercanía al constante flujo de vehicular a borde de vía genera disminución en las condiciones de salud por presencia de ruido y material particulado.	Las actividades de demolición de infraestructura existente, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y disposición de material pueden generar un impacto medio en las condiciones de salud como consecuencia del material particulado, incremento de ruido y vibraciones.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Disminución en la calidad del ambiente de la población y aumento de IRAs en la temporada seca donde aumenta la presencia de material particulado.	Las emisiones de material particulado pueden generar algún tipo de afectación en las condiciones de la población, además del ruido, y las vibraciones.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Población de Dos y Medio	Población de Dos y medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -4,5</i> <b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de sin proyecto.</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,8</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5.3</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de Operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto se identifica que la cercanía con la vía nacional que cuenta con gran afluencia vehicular, genera afectaciones a la condición de la salud de la población, principalmente por emisiones de ruido y material particulado, este impacto se califica como negativo y de media importancia.</p> <p>En etapa de construcción el material particulado generado por las obras, se considera un impacto negativo de importancia media porque genera cambio en las condiciones de salud de la población. Por el contrario en la etapa de operación y mantenimiento las viviendas estarán a una distancia segura del flujo vehicular, lo que generara disminución en las enfermedades que anteriormente eran generadas por el constante paso de vehículos en la cercanía de las viviendas; este impacto se considera positivo de importancia media</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>ESTADOS UNIDOS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	60 / 166	


**Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población**

<b>SOCIAL</b>	
<b>Traslado de la población</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente no se identifican actividades que generen traslado de población	Compra de predios, demolición de infraestructura existente y vivienda y operación normal
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
No se genera impacto	Se genera traslado de 27 familias que viven en 21 construcciones, así como afectación en la generación de ingresos.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
No se presenta	En las viviendas ubicadas en el sector suroriental del centro poblado y las que se localizan en el cruce de Otanche.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
No aplica	<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5,2</b> <b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de pre-construcción</b> <b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,5</b> <b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto no se presenta traslado de población por la presencia de la vía.</p> <p>En la etapa con proyecto se requiere el traslado de 27 familias en 21 construcciones solo una de ellas se identifica una vulnerabilidad alta por lo que la situación que se califica como de impacto medio, este impacto debe ser monitoreado y mitigado para cada una de las familias del área de influencia</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	61 / 166	


**Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad**

<b>SOCIAL</b>	
<b>Conflicto con la comunidad</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Según afirma la comunidad en el caserío, existen buenas relaciones entre los vecinos y familiares, y hay ausencia de conflictos	Posibles conflictos en el proceso de negociación y compra de predios, además en el proceso de contratación de personal.  Actividades propias de la Construcción: Demolición de infraestructura existente y viviendas, relocalización de infraestructura.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
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.  La llegada de nueva población contratada puede generar dificultades para la inserción con la comunidad que ya se encuentra asentada
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Dos y Medio	Dos y Medio, específicamente en la zona aferente a la variante.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -1.9</i> <b>Impacto ambiental negativo de muy Baja importancia</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.3</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.8</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -2,7</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la situación sin proyecto no se identifican grandes conflictos en la comunidad, aunque eventualmente hay pequeñas discusiones entre vecinos y familiares este impacto se califica como negativo de muy baja importancia	
En la situación con proyecto pueden presentar conflictos en la comunidad, especialmente en aspectos como contratación de personal, compra de predios, traslado de redes, cambios en las costumbres sobre el uso del nuevo corredor, afectación a las actividades que generan ingresos. Ya durante la etapa de operación el mantenimiento en la zona o la llegada de nueva población, puede afectar la comunidad así como también el cambio de las actividades comerciales en el sector. Estos dos impactos se califican como negativos de baja importancia.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	62 / 166	

**Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas**


<b>SOCIAL</b>	
<b>Generación de Expectativas</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente en la población presenta grandes expectativas en cuanto a los proyectos de infraestructura vial 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.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Genera expectativas en la comunidad con relación a posibles vinculaciones laborales y sobre las afectaciones a la actividad comercial.	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. también el cambio de las dinámicas económicas produce expectativas en la población
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Dos y Medio	Dos y medio, principalmente la zona comercial de la vía actual
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) – 4,6</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia de clase negativa</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,4</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,1</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 3,2</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual sin proyecto la principal expectativa de los habitantes de la zona, está referido a las afectaciones que puede producir el proyecto ruta del sol sobre la actividad comercial del sector que es la principal fuente de ingresos de la comunidad, la población manifiesta tener expectativas negativas con respecto al proyecto.</p> <p>En la situación con proyecto se generarán expectativas debido a la vinculación laboral, por actividades como compra de predios y actividades propias de la obra. Situación que se califica como un impacto de magnitud media. En relación con la relocalización de infraestructura para el desarrollo comercial de la zona en la etapa de operación, la magnitud del impacto es media positiva teniendo en cuenta que la actividad comercial se mantendrá durante la construcción de la variante al igual que los accesos que permiten en ingreso a ella y a los parqueaderos de destino seguro. En la etapa de operación se mantendrán expectativas positivas aunque en menor medida mientras se restablecen las dinámicas económicas y se fortalece la actividad comercial en el sector, con la aplicación de las medidas establecidas en el plan de manejo.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	63 / 166	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales**


<b>SOCIAL</b>	
<b>Relaciones Sociales</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la situación sin proyecto no se generan impactos negativos debido a que actualmente las relaciones con los vecinos son buenas	En la situación con proyecto, los procesos de compra de predios, demolición de viviendas contratación de personal.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Buenas relaciones sociales en la comunidad.	La construcción de la variante puede afectar las relaciones sociales y comerciales por el desplazamiento de la movilidad vehicular y además porque parte de la población que se tendrá que reasentar en otra zona.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Kilometro dos y medio	Kilometro Dos y Medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 3,5</i> <b>Impacto ambiental de importancia Baja factor positivo</b>	<i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,2</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,6</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,8</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de operación.</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad manifiesta encontrarse arraigada a la zona y mantener buena relación con familiares y vecinos que habitan el sector. No se presentan conflictos por convivencia, linderos o algún otro tipo de situación según lo manifiesta la población</p> <p>Se considera que este impacto será bajo ya que las ya que las familias objeto de traslado manifiestan que debido a que allí realizan su actividad económica se mantendrán en la zona y las relaciones de parentesco y vecindad no tendrán que ser restablecidas en un nuevo asentamiento humano.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>ESTADOS UNIDOS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	64 / 166	

**Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio.**


<b>SOCIAL</b>	
<b>Relación con el territorio</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Existe alta movilidad peatonal, desarrollo de actividades comerciales y arraigo de la población con el territorio.	Lo genera la compra de predios, excavaciones y cortes y movimientos de tierra.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Actualmente la población depende económicamente de las actividades comerciales en la vía, esto genera fuertes lazos de arraigo con el medio	Cambios en las condiciones de movilidad y formas de subsistencia y traslado de población
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Dos y Medio y áreas aledañas	Centro poblado dos y medio
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación ambiental (CA) 5,1</b> <b>Impacto ambiental de importancia Media factor positivo</b>	<b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,6</b> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción</b> <b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) .-3,7</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b> <b>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) .3,8</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad la relación con el entorno territorial es positiva, se destaca la relación entre las comunidades las veredas cercanas y el casco urbano de Puerto Boyacá. El principal ente articulador es la actividad comercial que vincula todos los sectores de la población y es el que genera los fuertes rasgos de arraigo entre la comunidad y el territorio. Este impacto se califica como positivo de importancia media.</p> <p>En el momento de la construcción las dinámicas locales que se encuentran establecidas pueden verse afectadas y se verán reconfiguradas según la nueva constitución espacial del centro poblado en la etapa de pre-construcción y construcción, ambos impactos se califican como negativos cuyo impacto podrá ser mitigado con las adecuadas medidas de manejo. En el momento de operación los lazos que vinculan la población con la nueva reconfiguración del territorio se establecerán y dado que las condiciones en cuanto a movilidad y permanencia de la actividad comercial mejoran o se mantienen se califica como impacto positivo.</p>	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	65 / 166	

**Tabla 5-36 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico**

<b>SOCIAL</b>	
<b>Afectación al patrimonio Arqueológico</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente no se identifican actividades que generen afectación al patrimonio arqueológico	Excavaciones y cortes Movimiento de tierras
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
No se genera impacto	Durante los procesos de movimiento de tierras o excavaciones pueden hallarse vestigios arqueológicos.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
No se presentan	En la variante del corredor vial del centro urbano de Kilometro 28
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>No aplica</i>	<b>Calificación ambiental (CA) -2.5</b> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>Se destaca de acuerdo a los estudios arqueológicos realizados es posible que se encuentren zonas sensibles o de interés arqueológico que puedan ser afectadas por el proyecto.</p> <p>Sin embargo se considera como un impacto de carácter bajo y mitigable durante la etapa de construcción en donde se llevarán a cabo el respectivo monitoreo arqueológico. Además el proyecto considera las medidas preventivas y de manejo, entre ellas el desarrollo de labores de prospección, 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 durante las prospecciones.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAES</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	66 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS

El presente análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos correspondiente 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 Dos y medio (PR 91+200 y PR 94+080 de la Ruta 4510) en el municipio de Puerto Boyacá (Boyacá). El tramo a licenciar se presenta en la siguiente:

**Figura 5-1 Localización general de la variante Dos y medio**




Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

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 Dos y Medio.

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, 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,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	67 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

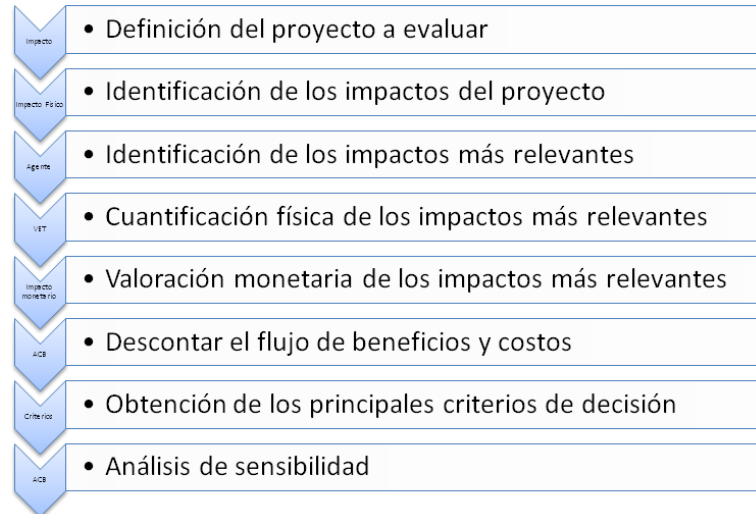
Para el desarrollo del numeral 6 del art. 23 del Decreto 2820 de 2010 referente al “Análisis Económico de Impactos Ambientales” se siguieron las recomendaciones metodológicas y directrices contenidas en la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)”. Adicionalmente, 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	68 / 166	




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

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


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

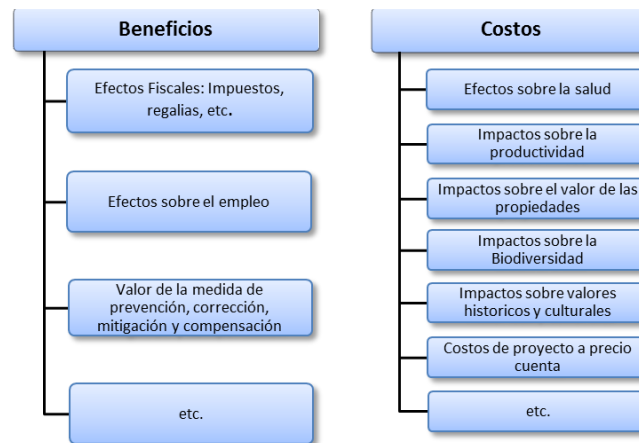
- Definición del proyecto a evaluar: Esta definición realizada por el equipo de EIA en el capítulo 2 consiste en el paso inicial del análisis. Tiene por objeto una descripción general del proyecto, Ruta del Sol–Tramo 2, que incluye antecedentes, justificación, ubicación, área de influencia directa, área 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 5.3.2.9. 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, 2010), 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>ESTADOS UNIDOS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	69 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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 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.**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	70 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2




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, 2010) teniendo en cuenta variaciones en los valores de tasa de descuento.

La Tabla 5-37 siguiente describe los pasos metodológicos que adelanta el equipo de AE de una manera desagregada.

**Tabla 5-37 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 ETR (Eficiencia Técnica Relativa) y Método de 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	71 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

PASOS METODOLÓGICOS	ACTIVIDADES
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., Agosto 2013)

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:

### **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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	72 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### **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, 2013) utilizando el análisis de Eficiencia Técnica Relativa.

### **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 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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	73 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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 usadas en Colombia y avaladas por el MAVDT. Ellas incluyen las siguientes técnicas<sup>1</sup>: análisis conjunto 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.

<sup>1</sup> 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](http://www.minambiente.gov.co/documentos/608_guiavaloracion.pdf)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	74 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### **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 otros<sup>2</sup>. 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 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<sub>i</sub>*** = Beneficios Económicos, en el Periodo i, que para el caso son inversiones y compensaciones ambientales del proyecto.

***C<sub>i</sub>*** = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo i. (los cuales surgen de la valoración económica ambiental)

<sup>2</sup> Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	75 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

$TD$  = 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 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 (Eficiencia Técnica Relativa) 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 Eficiencia Técnica Relativa.


El análisis de eficiencia técnica relativa permite ordenar los impactos ambientales calificados en todas las variables que conforman el índice de importancia, el índice por si solo dificulta el ordenamiento, porque puntajes iguales en el índice pueden obedecer a calificaciones diferentes en las diferentes variables, por ejemplo:

**Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje**

Acción	Impacto específico	C	P	D	E	M	Ca
Transporte de materiales de	Cambio en las condiciones de salud	-	0,7	0,1	1,0	0,7	-3,64

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA CONCESIONARIA



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>	
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	76 / 166		

construcción y materiales sobrantes de excavación								
Compra de predios	Generación de Expectativas	-	0,7	0,8	1,0	0,4	-3,64	

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

En la Tabla 5-38 hay dos impactos que obtienen la misma calificación (-3,64) que corresponde a una función de (P, D, E y M), sin embargo no es posible saber cuál de los impactos es más importante, a pesar de las calificaciones toman diferentes valores para Duración (D) y Magnitud (M).

Como alternativa para saber cuál impacto es el más importante (es decir cual recibe la mayor calificación relativa a los demás impactos) se procedió a maximizar el índice de importancia para cada una de las variables de calificación (P, D, E y M), el ejercicio se adelantó para cada impacto y cuando se evaluó el máximo de la función Ca (Calificación ambiental) para una variable, las demás variables se mantuvieron constantes. A continuación se muestra la expresión matemática utilizada:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{v_{i=1}} \quad I = f(v_i) \\
 & \text{s. a. } v_{i \neq 1} = \bar{v}_i
 \end{aligned}$$

**Ecuación 5-1**

En la anterior expresión se maximiza la calificación ambiental con respecto a cualquiera de las variables que lo conforman representadas por  $v_{i=1}$  dado que las demás variables son constantes en la calificación asignada. Posteriormente se evalúa el porcentaje del índice calificado para el impacto con respecto a la maximización relativa, estos porcentajes son ahora comparables e indican cuál de los impactos es más importante dado que alcanza un mayor porcentaje del máximo del índice en cada una de sus calificaciones. Por ejemplo en el caso de los dos impactos mostrados en la tabla anterior la evaluación de eficiencia técnica relativa para cada de las variables se muestra a continuación:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	77 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-39. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.**

Acción	Impacto específico	C	P	D	E	M	%C	%D	%E	%M
Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	Cambio en las condiciones de salud	-	0,7	0,1	1,0	0,7	0,70	0,66	1,00	0,71
Compra de predios	Generación de Expectativas	-	0,7	0,8	1,0	0,4	0,70	0,90	1,00	0,55

**Fuente:** (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

Los resultados del análisis de eficiencia técnica relativa (obtenidos mediante el uso de la Ecuación 5-2 con respecto a los elementos específicos impactados por el proyecto, se utilizaron como insumos para la significancia. Cabe notar que mediante este análisis se calculan valores en porcentajes que son transformados por las siguientes ecuaciones:

$$Ca_i = C_i P_i (aE_i M_i + bD_i)$$

$$\%P_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{C_j P_j (aE_j M_j + bD_j)\}$$

$$\%D_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{C_j P_j (aE_j M_j + bD_j)\}$$

$$\%E_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{C_j P_j (aE_j M_j + bD_j)\}$$

$$\%M_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{C_j P_j (aE_j M_j + bD_j)\}$$

$$\% \%_i = \%P_i + \%D_i + \%E_i + \%M_i$$


$$\% \% \%_i = \frac{\% \%_i - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{\% \%_j\}}{\max_{j: Fase_j = Fase_i} \{\% \%_j\} - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{\% \%_j\}}$$

**Ecuación 5-2**

Estas ecuaciones son extraídas de la expresión matemática asociada a sus respectivas restricciones presentada en la Ecuación 5-2. Estos valores son introducidos en el análisis de Lógica difusa en el criterio de significancia con el objetivo de considerar las calificaciones discutidas por el equipo EIA y AE.

### 5.3.2.2 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, 2013). 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	78 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 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 (Peché & 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.

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  $\mu_A$ , 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	79 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:


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

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.

### 5.3.2.3 Sistemas de inferencia difusos

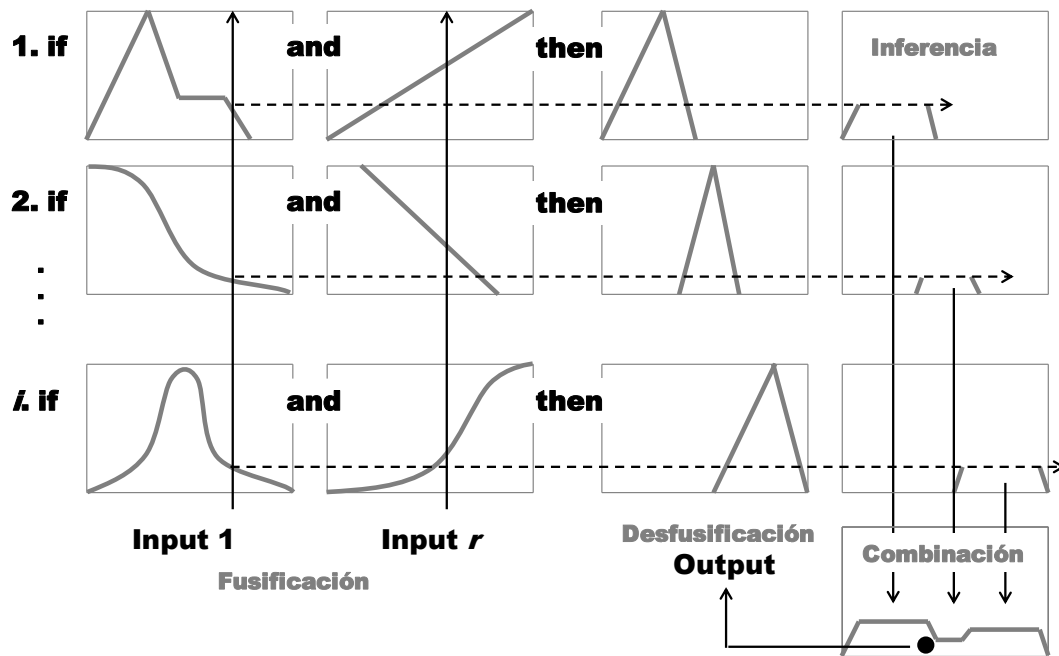
Los sistemas de inferencia difusos hacen uso tanto, de las funciones de membresía y las operaciones lógicas entre conjuntos, como de las reglas Sí-Entonces. Estas reglas asocian una condición (antecedente), descrita por variables lingüísticas y conjuntos difusos, a una conclusión (consecuente). Como 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 5-4):

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).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	80 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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)<sup>3</sup>



Fuente: The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide"


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

<sup>3</sup> Adaptado de The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide", p. 2-29.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	81 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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  $\wedge$ . Esto quiere decir, que el grado de verdad global resulta del operador de intersección *min*. Luego, se cortan las funciones de 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 previsibles 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  $i \in P$ ,  $p_i$ . 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  $r_v$ .

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	82 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 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,  $\rho_i$ .

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,  $\rho_{ij}$ . Luego, deben agruparse dichos criterios, para formar un único índice para cada impacto,  $\omega_i$ . 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,  $\omega_i$ , que agrupa los diferentes criterios de decisión.

- **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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	83 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3.2.4 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 43 actividades y los 34 elementos impactados definidos en la matriz de evaluación de impactos del EIA. Las actividades y los elementos impactados identificados se muestran a continuación:

**Tabla 5-40. Actividades definidas del EIA**

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
Sin proyecto	No	Forestal	1
Sin proyecto	No	Silvopastoril	2
Sin proyecto	No	Pecuario	3
Sin proyecto	No	Sin Uso	4
Sin proyecto	No	Agrícola	5
Sin proyecto	No	Minero/Hidrocarburos	6
Sin proyecto	No	Cuerpos de agua	7
Sin proyecto	No	Antrópico	8
Pre-construcción	Sí	Compra de predios	9
Pre-construcción	Sí	Replanteamiento Topográfico	10
Pre-construcción	Sí	Contratación de personal	11
Pre-construcción	Sí	Señalización y demarcación de seguridad vial	12
Pre-construcción	Sí	Información a la comunidad y a las autoridades	13
Construcción	Sí	Demolición de infraestructura existente y vivienda	14
Construcción	Sí	Relocalización de Infraestructura y servicios interceptados	15
Construcción	Sí	Descapote y remoción de vegetación (incluye talas)	16
Construcción	Sí	Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación	17
Construcción	Sí	Excavaciones y cortes	18
Construcción	Sí	Movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación)	19
Construcción	Sí	Disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME)	20
Construcción	Sí	Construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca)	21
Construcción	Sí	Construcción de obras especiales (retornos)	22
Construcción	Sí	Construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes)	23
Construcción	Sí	Producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido)	24
Construcción	Sí	Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico	25
Construcción	Sí	Poda de árboles en derecho de vía	26
Construcción	Sí	Empradización	27
Construcción	Sí	Pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical	28
Construcción	Sí	Limpieza y entrega final	29
Construcción	Sí	Perfilado (Conformación de taludes)	30

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	84 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
Construcción	Sí	Conformación de ataguías en sacosuelo	31
Construcción	Sí	Fundición de pilotes en concreto in situ	32
Construcción	Sí	Demolición de las cabezas de los pilotes	33
Construcción	Sí	Preparación de concretos para placas y fundida de estribos	34
Construcción	Sí	Tensionamiento de las vigas en concreto postensado	35
Construcción	Sí	Instalación de prefabricados con grúas	36
Construcción	Sí	Rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes	37
Operación y mantenimiento	Sí	Operación normal (Tránsito en las vías y puentes)	38
Operación y mantenimiento	Sí	Mantenimiento de obras de arte y puentes	39
Operación y mantenimiento	Sí	Mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía	40
Operación y mantenimiento	Sí	Tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento	41
Operación y mantenimiento	Sí	Recuperación de señalización vial	42
Operación y mantenimiento	Sí	Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento	43

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

**Tabla 5-41. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios**

Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de PM <sub>10</sub> , NOx, SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y CO	1	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Aire	Alteración de los niveles de ruido	2	Calidad	Cambio en la Calidad del Aire	1
Abiótico	Suelo	Cambio de uso del suelo	3	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Generación de inestabilidad	4	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Suelo	2
Abiótico	Suelo	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	5	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Suelo	Generación de procesos erosivos	6	Calidad	Cambio en la Calidad del Suelo	3
Abiótico	Suelo	Recuperación zonas verdes	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	4
Abiótico	Agua	Alteración del régimen de caudales	9	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Alteración del régimen sedimentológico	10	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	4
Abiótico	Agua	Alteración de la dinámica fluvial del cauce	11	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	5
Abiótico	Agua	Ocupación de cauce	12	Calidad	Cambio en la Calidad del Agua	4
Paisaje	Paisaje	Cambios en la calidad perceptual del paisaje	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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	85 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
Biótico	Ecosistemas	Afectación de la biota acuática	15	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Efecto borde y barrera	16	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativa	17	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Fragmentación de Hábitats	18	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Biótico	Ecosistemas	Atropellamiento individuos de fauna silvestre	19	Calidad	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	7
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación de predios	20	Cantidad	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura	8
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la movilidad	21	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Infraestructura	Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios	22	Calidad	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	9
Socioeconómico	Economía	Demanda de Mano de Obra y de servicios	23	Cantidad	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y Servicios	10
Socioeconómico	Economía	Productividad del sector	24	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	11
Socioeconómico	Economía	Afectación a los ingresos	25	Calidad	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural	11
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de Riesgos de Accidentes	26	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Cambio en las condiciones de salud	27	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Traslado de la población	28	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Conflicto con la comunidad	29	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Generación de Expectativas	30	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Relaciones sociales	31	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Relación con el territorio	32	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Afectación al patrimonio arqueológico	33	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12
Socioeconómico	Sociocultural	Cambio en las condiciones de salud	34	Calidad	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	12

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

Entre los 34 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 5-42: 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

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA CONCESIONARIA



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	86 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

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


Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

### 5.3.2.5 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, 2013). 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 5-43 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	
	Valores de legado	
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	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	87 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Crterios	Variables de Entrada	Variables de salida
Significancia (SIG)	% Presencia	Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental y el análisis ETR. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante.
	% Duración	
	% Evolución	
	% Magnitud	
Relevancia Agregada del impacto	Magnitud del VET.	Relevancia agregada. Rango: [0,1]
	Significancia del impacto sobre los AE.	
	Grado de conveniencia metodológica	
	Significancia del impacto según su evaluación ambiental	

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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 y el análisis ETR.

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.

### 5.3.2.6 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]

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	88 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

(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*.



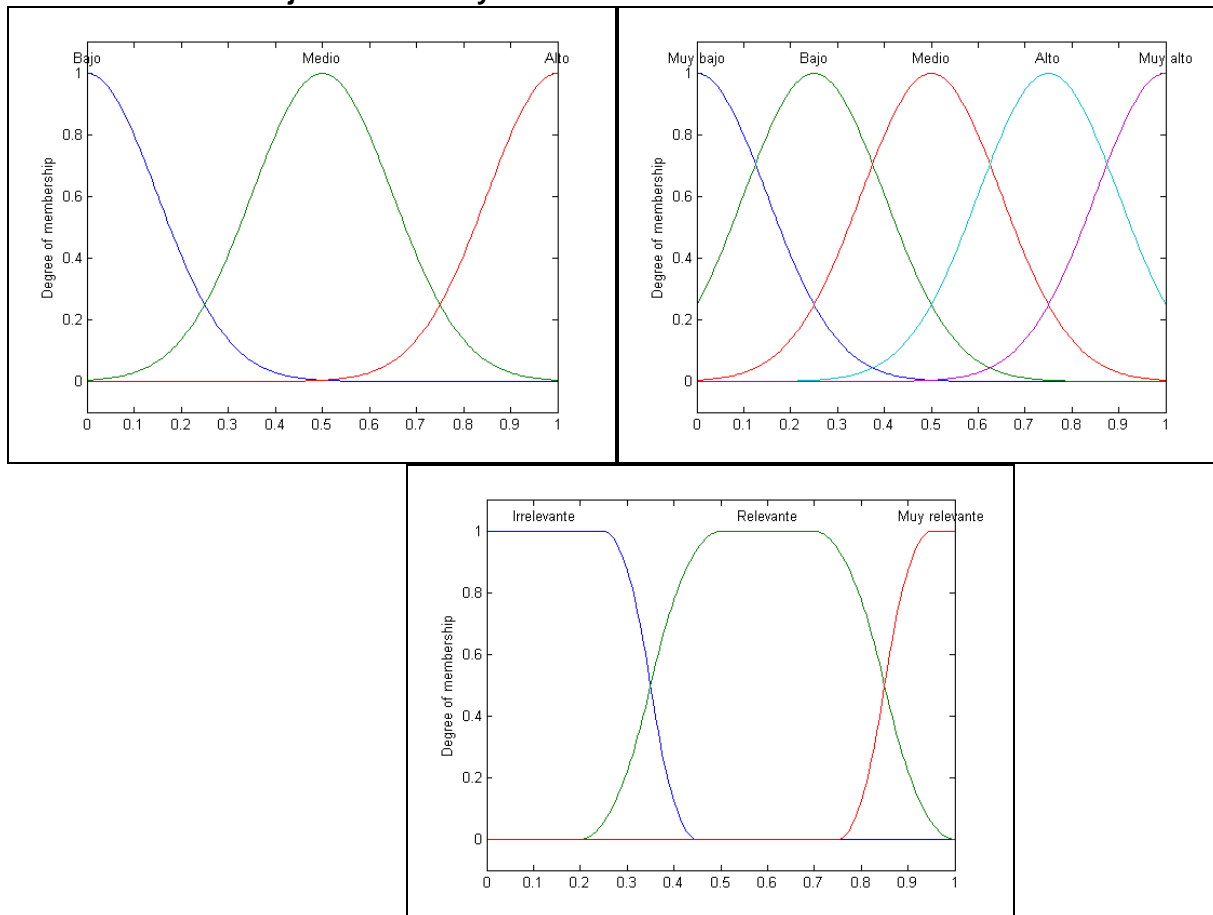
# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	89 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


**Gráfica 5-1 Conjuntos difusos y funciones de membresía de las variables de salida.**



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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 crecen 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 Tabla 5-44

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	90 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-44 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
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., 2013)

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

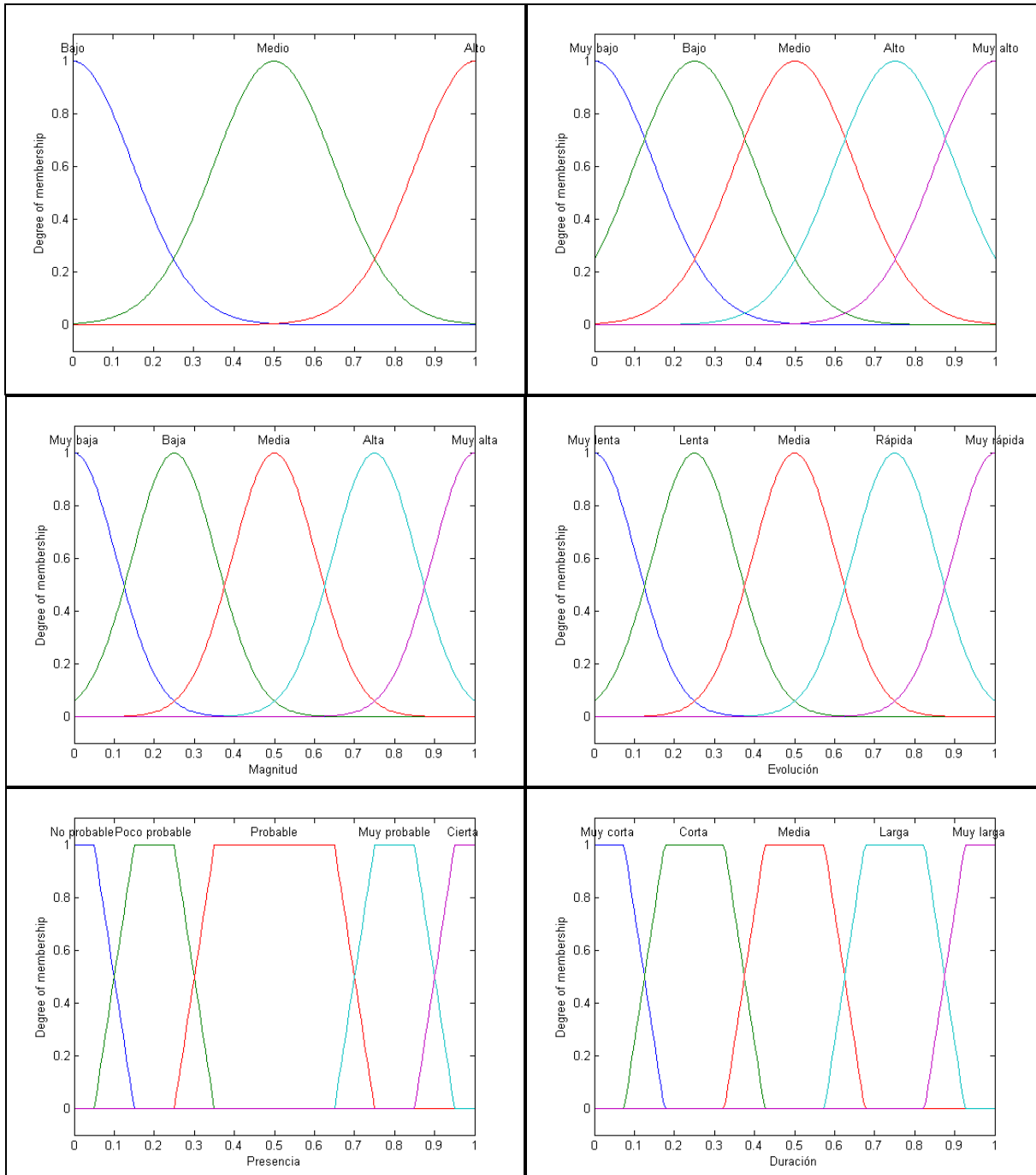
# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	91 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Gráfica 5-2 Funciones de membresía de las variables de entrada de los modelos de cada criterio.**

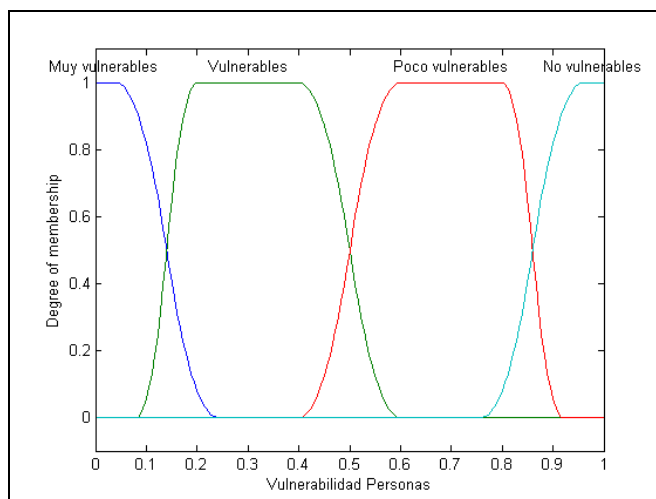


## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	92 / 166



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2




Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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 se definieron acorde a la clasificación de Ambiotec Ltda. presentada en la Evaluación Ambiental y al análisis de ETR 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.

### 5.3.2.7 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	93 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-45: 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., 2013)


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 5-46: 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., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	94 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-47 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
Muy bajo	Vulnerables	.	AND	Relevante
Muy bajo	.	.	AND	Irrelevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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,  $[Ca] = P(7 \times E \times M + 3 \times D)$  y en los valores en porcentajes realizados mediante el análisis de Eficiencia Técnica Relativa descrito en la sección anterior. 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:

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0084.	<b>01</b>	Abril 2014	Sin restricción	95 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	96 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**Tabla 5-48: Reglas de inferencia del modelo SIG.**

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



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	97 / 166

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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	98 / 166


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

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

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	01	Abril 2014	Sin restricción	99 / 166	

- 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 5-49 Reglas del modelo de Relevancia Agregada.**

Antecedentes				Operador	Consecuente
VET	AE	M	SIG		Relevancia Agregada
Alto	.	.	.	AND	Muy relevante
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., 2013)

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

### 5.3.2.8 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 (Tabla 5-50). Para los 10 Flujos de bienes y servicios que incluyen impactos positivos (Cambio en la calidad de Suelo, Cambio en la cantidad de suelo, Cambio en la calidad de paisaje, Cambio en la calidad de ecosistemas, Cambio en la cantidad de Infraestructura, Cambio en la calidad de Infraestructura, Cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural, Cambio en la demanda de Mano de Obra y de Servicios, Cambio en la calidad de vida de la sociedad) se realizó el ejercicio de evaluación por separado para los impactos positivos y negativos, con el objetivo de tener en cuenta las particularidades que esto implica en términos de VET, AE y Metodología. El mecanismo de evaluación para los AE y Metodología es idéntico al presentado a continuación.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	100 / 166

**Tabla 5-50: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.**

Signo	No.	Impacto a Evaluar	VET			
			Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas	Valores de Opción
<b>NEGATIVOS</b>	1	Cambio Calidad del Aire	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	5	Cambio en la Calidad del Agua	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
<b>POSITIVOS</b>	1	Cambio Calidad del Aire	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo	Alto Medio Bajo

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	101 / 166

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.

**Tabla 5-51 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	
NEGATIVA	1	Cambio Calidad del Aire	0,277	0,699	0,649	0,423	0,593	0,744	0,115	0,000	0,000	0,795	0,704	0,505
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,106	0,076	0,061	0,438	0,182	0,392	0,055	0,000	0,000	0,253	0,304	0,000
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,096	0,468	0,252	0,480	0,463	0,563	0,065	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	0,135	0,000	0,000	0,533	0,704	0,503
	5	Cambio en la Calidad del Agua	0,247	0,176	0,403	0,599	0,498	0,609	0,065	0,000	0,000	0,644	0,649	0,082
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,026	0,493	0,000	0,604	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	0,151	0,313	0,669	0,865	0,764	0,145	0,000	0,000	0,452	0,427	0,508
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,334	0,131	0,026	0,186	0,036	0,066	0,226	0,410	0,125	0,617	0,729	0,322
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,085	0,317	0,181	0,176	0,162	0,166	0,240	0,252	0,244	0,839	0,735	0,443

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO




Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	102 / 166

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			
	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
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,257	0,638	0,106	0,191	0,171	0,302	0,016	0,000	0,000	0,277	0,518	0,196
POSITIVO	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,000	0,381	0,162	0,071	0,379	0,081	0,031	0,000	0,000	0,082	0,428	0,368
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,006	0,046	0,157	0,041	0,379	0,066	0,000	0,000	0,000	0,452	0,427	0,508
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,610	0,317	0,035	0,145	0,241	0,096	0,221	0,143	0,143	0,292	0,744	0,614
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,669	0,029	0,041	0,161	0,196	0,181	0,095	0,065	0,040	0,608	0,744	0,589
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,131	0,372	0,000	0,000	0,183	0,051	0,001	0,046	0,046	0,277	0,518	0,196
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,076	0,255	0,000	0,178	0,486	0,142	0,066	0,011	0,062	0,839	0,735	0,443

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	103 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-52 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
<b>NEGATIVA</b>	1	Cambio Calidad del Aire	1,000	0,666	0,728	0,711
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	1,000	0,589	0,720	0,661
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	1,000	0,655	0,727	0,623
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	1,000	0,452	0,650	0,475
	5	Cambio en la Calidad del Agua	1,000	0,676	0,709	0,761
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,970	0,833	0,855	0,841
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,849	0,860	0,846	0,810
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,820	0,811	0,768	0,784
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,760	0,811	0,827	0,863
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,700	0,906	0,873	0,720
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,771	0,790	0,765	0,818
	<b>POSITIVO</b>	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	1,000	0,838	0,777
7		Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,767	0,861	0,740	0,815
9		Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,750	0,862	0,798	0,811
10		Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,925	0,884	0,793	0,857
11		Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,824	0,879	0,838	0,864
12		Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,833	0,860	0,779	0,823

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	104 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

En el caso de la calidad del suelo los impactos negativos corresponden principalmente a la construcción de obras de arte, remoción de vegetación y movimiento de tierras sin embargo los valores de mercado se consideran bajos, los impactos positivos están asociados a la recuperación de zonas verdes.

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 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, 2013), 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-alto pues parte de los empleos que desaparezcan en los establecimientos actuales serán remplazados 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, 2013), 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 los cambios en la calidad de los ecosistemas y en la calidad del aire corresponde a las transferencias locales por aprovechamiento forestal y por servicios ambientales del bosque (+) y obtiene calificación 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 (-), la calificación de este elemento es media-alta.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	105 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 y entrega final del proyecto*, estos elementos obtienen calificaciones baja y media-baja, respectivamente. El impacto positivo en la calidad del suelo corresponde a la recuperación de zonas verdes el cual se considera de importancia baja.

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 calificado como media en el caso de las actividades de revegetalización y mantenimiento de vegetación en el derecho de vía (+), mientras que es calificado como medio-bajo para las actividades de movimiento de tierras (-) que se presentarán en la fase de construcción.


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 (+), también comprende una posible reducción en la accidentalidad como resultado de una mejor señalización y un mejor estado de la vía (+), este impacto se califica como medio. Por otro lado también puede generarse un aumento en la accidentalidad al incremento de la velocidad promedio de los vehículos, traslado de población y generación de expectativas (-), este aspecto es calificado como medio-bajo.

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 (-

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	106 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

), 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 empujamiento 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 paisaje (-), en la calidad del aire (+/-), 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 de la sociedad (+/-) siguen el mismo razonamiento.

- **Valores de legado**

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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	107 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 (+/-), la cantidad y calidad del suelo (+/-), La calidad de la infraestructura (-). 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 de cambios en la calidad y cantidad de infraestructura (+/-) son los más significativos en este aspecto; obteniendo calificaciones media y media-baja respectivamente. 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 de los predios, valor de la compensación, precio promedio por hectárea en la zona, etc.), por lo que su calificación es 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	108 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	109 / 166

### a. Resultados del modelo de inferencia Mamdani

La Tabla 5-53 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).

**Tabla 5-53 Resultados de implementación de modelos - 1.**

#### Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales

No.	Signo	Impacto	VET	Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EIA	Metodología	Significancia	Relevancia Agregada
1	-	Cambio Calidad del Aire	0,5408	0,4864	0,6574	0,7896	0,5971
12	+	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3011	0,4477	0,6656	0,7799	0,5698
4	-	Cambio en la Cantidad de Agua	0,3765	0,4864	0,5356	0,6008	0,5627
10	-	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,3486	0,4279	0,5320	0,6515	0,5610
9	+	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,3107	0,4867	0,5320	0,7470	0,5610
10	+	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,2797	0,4671	0,5804	0,7492	0,5595
9	-	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,2650	0,5833	0,6656	0,6975	0,5522
7	-	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,4905	0,4772	0,4991	0,6895	0,5432
8	-	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,2148	0,5772	0,5342	0,8239	0,5362

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	110 / 166

**Tabla 5-54 Resultados de implementación de modelos - 2.**

### Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales

7	+	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,1864	0,4279	0,4991	0,8391	0,5225
6	-	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,4088	0,4279	0,2766	0,9048	0,4838
5	-	Cambio en la Calidad del Agua	0,4095	0,4471	0,3079	0,8642	0,4750
12	-	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3452	0,4290	0,3478	0,8183	0,4544
11	+	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,2069	0,4281	0,3478	0,6828	0,4492
3	-	Cambio en la Calidad del Suelo	0,4135	0,4471	0,3209	0,6491	0,4391
2	-	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,2822	0,4416	0,2892	0,7018	0,4313
6	+	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,2782	0,4322	0,2766	0,8080	0,4303

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	111 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-55 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
2	Cambio en la Cantidad del Suelo (-)	No Relevante
3	Cambio en la Calidad del Suelo (-)	No Relevante
3	Cambio en la Calidad del Suelo (+)	No Relevante
4	Cambio en la Cantidad del Agua (-)	Relevante
5	Cambio en la Calidad del Agua (-)	No Relevante
6	Cambio en la Calidad del Paisaje (-)	No Relevante
6	Cambio en la Calidad del Paisaje (+)	No Relevante
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (-)	Relevante
7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (+)	Relevante
8	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura (-)	Relevante
8	Cambio en la Cantidad de la Infraestructura (+)	No relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (-)	Relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (+)	Relevante
10	Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural (-)	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 (+)	No relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (-)	No Relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (+)	No Relevante

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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

### 5.3.2.9 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	112 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

sobre estos agentes, y en campos 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.

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 5-56. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)**

<b>AÑO</b>	<b>MILES DE TONELADAS</b>	<b>VARIACIÓN (%)</b>
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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>	
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	113 / 166		

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 1.198, 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).

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 5-57. 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>	
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	114 / 166		

**Tabla 5-58: 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
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 la Tabla 5-57 y Tabla 5-58. 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 5-59. Movimiento de Pasajeros.**

Año	Pasajeros Nacionales						
	Carretera	Vía Aérea			Fluvial	Marítimo	Ferroviario
		Aerotaxis y Regional	Empresas Regulares	TOTAL			
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

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA CONCESIONARIA



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	115 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Año	Pasajeros Nacionales						
	Carretera	Vía Aérea			Fluvial	Marítimo	Ferroviario
		Aerotaxis y Regional	Empresas Regulares	TOTAL			
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
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 5-59, 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 5-60 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 5-59, 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 5-60. 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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	116 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Año	Km con conteo	Miles Vehículos km-día			
		TOTAL	A (Autos)	B (Buses)	C (Camiones)
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
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 Puerto Boyacá. En la última columna se presenta una proyección de las cifras de población para el 2013.

**Tabla5-61. Conteo Vivienda, Hogares y Personas**

Municipio	Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2013
Puerto Boyacá	<b>Cabecera</b>	8.489	9.474	33.806	37.060
	<b>Resto</b>	4.232	4.334	16.495	17.331
	<b>Total</b>	12.721	13.808	50.301	54.391
Boyacá	<b>Cabecera</b>	163.689	177.406	646.412	709.756
	<b>Resto</b>	153.475	157.373	608.899	563.088
	<b>Total</b>	317.164	334.779	1.255.311	1.272.844
Agregado Nacional	<b>Cabecera</b>	7.824.702	8.208.838	31.504.022	35.869.155
	<b>Resto</b>	2.565.505	2.362.061	9.964.362	11.251.615
	<b>Total</b>	10.390.207	10.570.899	41.468.384	47.120.770

Fuente: DANE (Censo 2005)

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	117 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-62. Establecimientos por Actividad Económica.**

Municipio	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades
Puerto Boyacá	3,6%	58,1%	37,5%	0,9%

Fuente: DANE (Censo 2005)

En general, se observa que para el municipio la principal actividad económica de sus establecimientos es el comercio (ver Tabla 5-62) Además de esto, se analiza que la participación de la industria y servicios es del 41,1%. Esta estadística refleja en alguna medida la importancia de las vías las cuales están directamente relacionadas con los beneficios del comercio.

En el municipio Puerto Boyacá, las empresas que tienen de 0 a 10 empleados son en su mayoría comerciales seguidas por servicios con una participación del 28,5%. Se puede inferir que estas empresas son las más influyentes económicamente. Las que tienen más de 51 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 5-63. Establecimientos según escala de personal por actividad económica**

No. Empleados	Sector Económico	Puerto Boyacá
0 a 10	<i>Industria</i>	3,5%
	<i>Comercio</i>	59,6%
	<i>Servicios</i>	36,0%
	<i>Otras Actividades</i>	0,8%
11 a 50	<i>Industria</i>	--
	<i>Comercio</i>	34,6%
	<i>Servicios</i>	65,4%
	<i>Otras Actividades</i>	---
51 a 200	<i>Industria</i>	--
	<i>Comercio</i>	33,3%
	<i>Servicios</i>	66,7%
	<i>Otras Actividades</i>	--
201 o más	<i>Industria</i>	--
	<i>Comercio</i>	--
	<i>Servicios</i>	---
	<i>Otras Actividades</i>	--

Fuente: DANE (Censo 2005)

### 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,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	118 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-64. 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
<b>Flujos de Bienes y Servicios Ambientales</b>		
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.
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.
Cambio en la cantidad de Agua	Reducción la cantidad de recurso hídrico por el abastecimiento para la construcción del proyecto.	Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso hídrico.
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 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 calidad de la Infraestructura	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.
	Reducción en los costos de transporte como consecuencia de la reducción en los tiempos de viaje.	Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares.

Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar	Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos.	Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar
--	---	---

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	119 / 166


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

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 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 los accidentes vehiculares	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.

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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	120 / 166	

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.

### **5.3.3.1 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 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.

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



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	121 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

principales beneficios y costos relacionados con la construcción y entrada en operación de proyectos de infraestructura vial.

### **5.3.3.2 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 Bascopé, 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.

### **5.3.3.3 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,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	122 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 3.033 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.

#### 5.3.3.4 Reducción de los costos de viaje.

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 en Anexos. 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	123 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

valores son reportados por el autor a precios del 2000. Por su parte Miller (1989)<sup>4</sup> 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.


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.

<sup>4</sup> Citado en Economic Impact of Interstate Highways in Kentucky

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	124 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 28% entre los años 2018-2021. Dicho crecimiento se calculó a partir de la suma del número de veces que los vehículos circulan por los peajes.


### 5.3.3.5 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 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 incrementó 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	125 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 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.

### 5.3.3.6 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	126 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

euros del 2002 el valor de una vida estadística. Es de resaltar que tales estimaciones no tienen por objetivo asignar un valor a la vida<sup>5</sup>. 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 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 5-65. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.**

<b>Evento</b>	<b>Fracción del valor estadístico de la vida</b>
<b>MENOR</b>	0.002
<b>MODERADO</b>	0.0155
<b>SERIO</b>	0.0575
<b>SEVERO</b>	0.1875
<b>CRITICO</b>	0.7625
<b>FATAL</b>	10.000


Fuente: 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

<sup>5</sup> No hay un precio o valor para la vida.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	127 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

del accidente por los gastos de transporte y movilización de la víctima (Superintendencia Nacional de Salud, 2002) (Superintendencia Nacional de Salud, 2002).

### 5.3.3.7 Valoración Monetaria de Impactos Relevantes.

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 la Tabla 5-64. *Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.* (pág. 117).

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).

### 5.3.3.8 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, 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  $a$ .

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	128 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

$nm_a$  = 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:

$$bs_a = CS_{a,Actual} - CS_{a,Variante}$$

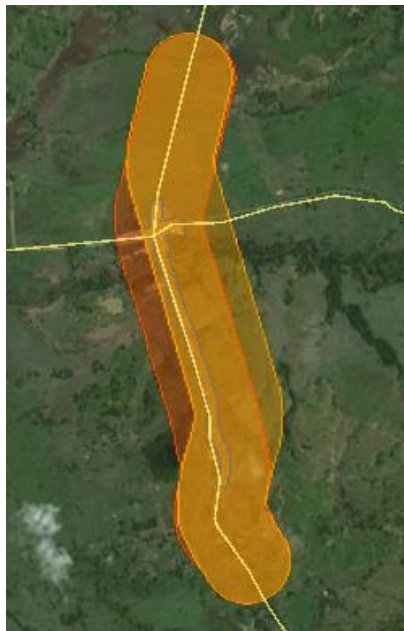
Dónde:

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

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

El número de personas y hogares en Dos y medio para el año 2013 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 5-5 Buffer de 250 m alrededor de la variante (naranja).**



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (Agosto 2013).

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 Dos y medio es de 3,6 personas por hogar (DANE, 2005).



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	129 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

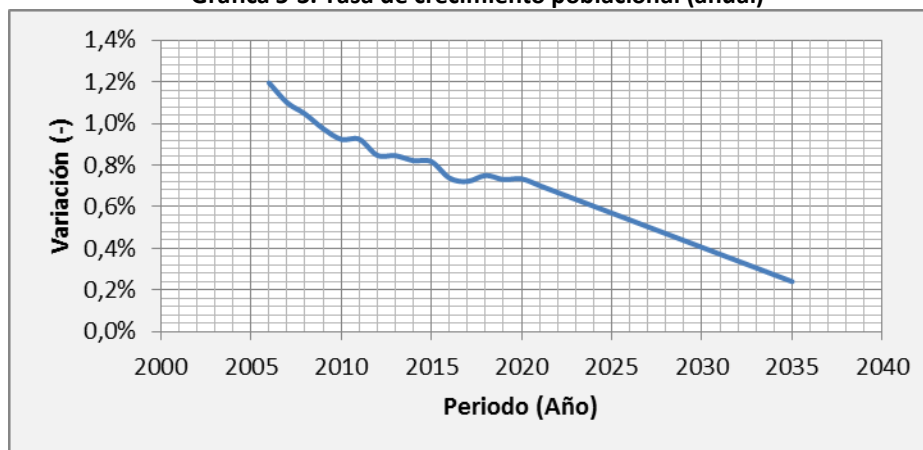
**Tabla 5-66. Hogares y personas expuestas (2013)**

Alternativa	Personas expuestas	Hogares expuestos
Variante	78	22
Paso Vial Actual	85	24

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 la variación en la población de Dos y medio y de los hogares que dejan de estar expuestos como resultado de la construcción de la variante, a lo largo del periodo de evaluación (2013-2035). Las tasas de crecimiento utilizadas se calcularon con base en las proyecciones poblacionales del DANE para Puerto Boyacá (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.

**Gráfica 5-3. Tasa de crecimiento poblacional (anual)**



Fuente: (DANE, 2005), (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

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 9,12%. Esto se debe a que la alternativa elegida se encuentra considerablemente cerca al área urbana del corregimiento. 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 al salario promedio que deja de recibir un enfermo de IRA, durante el tiempo de incapacidad. Tanto el salario promedio como el

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	130 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 55-67. Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2013)**

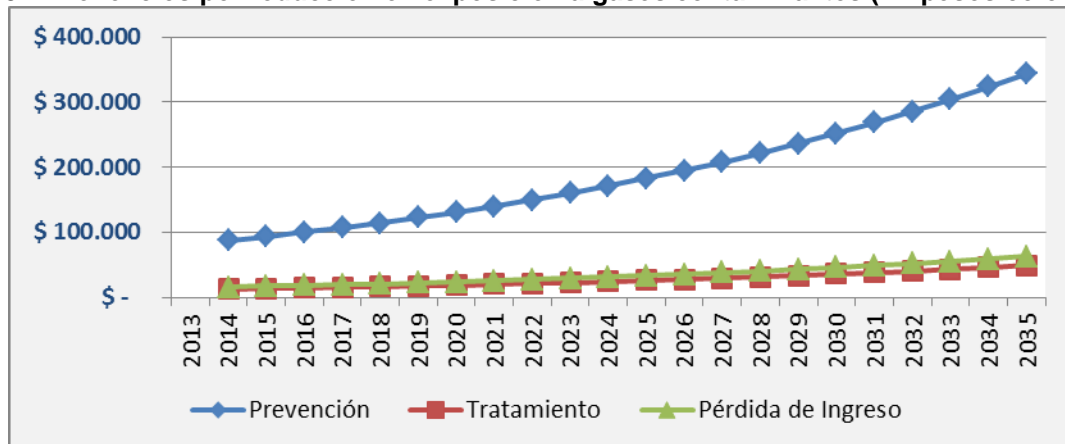
Impacto	Costo
Prevención	\$ 37.427,9
Tratamiento	\$ 65.595,6
Pérdida de Ingreso	\$ 83.906
Muerte	\$ 135.972.289

Fuente: (Rodríguez, 1999); (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013) ; 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 Dos y medio, tenemos que la concentración de dióxido de azufre actual en el centro poblado es de 19,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ver capítulo 3 - Características área de influencia). 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, los beneficios por reducción en exposición a gases contaminantes en valor presente neto es de \$ 2.004.890 pesos colombianos a 2013. A continuación se muestra su comportamiento a lo largo del tiempo considerando los costos por prevención, tratamiento y pérdida de ingreso:


**Gráfica 5-4. Beneficios por reducción en exposición a gases contaminantes (En pesos colombianos)**



(Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

### 5.3.3.9 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAVIA</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	131 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 \$7.357 pesos/habitante para el año 2013. La expresión matemática del costo por las molestias caudas por ruido durante la operación está dada por:

$$cmr_a = np_a * DAPR_a$$

Dónde:

- $cmr_a$  = 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:

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

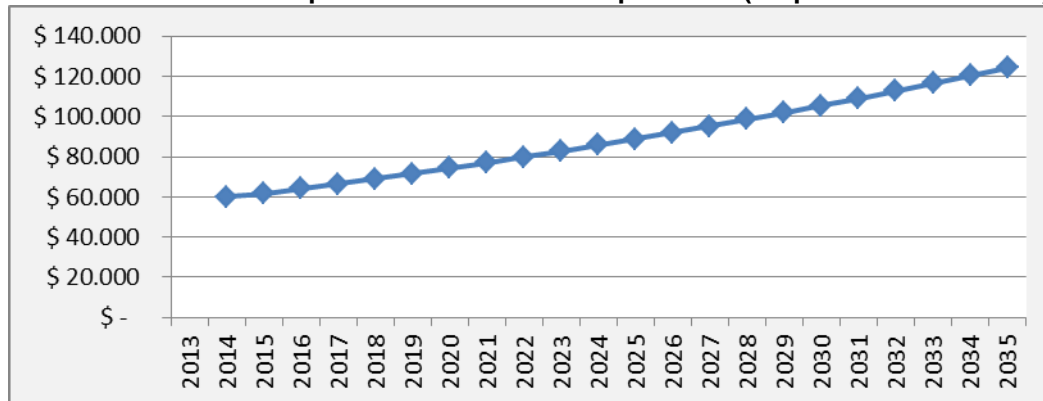
Dónde:

- $cmr_{a,Actual}$  = 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”.

De acuerdo con la información anterior, los beneficios por molestias causadas por ruido durante en valor presente neto es igual a \$ 780.753. A continuación se muestra su comportamiento en el tiempo:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	132 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Gráfica 5-5. Beneficios por molestias causadas por ruido (En pesos colombianos)**



(Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

### 5.3.3.10 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:

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

Donde:

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

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 Zambito en el 2010.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	133 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-68. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.**

Categoría	No de viajes
I	306359
II	299142
III	80336
IV	97170
V	238917

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 (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	134 / 166

**Tabla 5-69. 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 Automóvil, camperos y camionetas	II Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes	III Camiones de tres y cuatro ejes	IV Camiones de cinco ejes	V Camiones de seis ejes	Beneficios					Beneficios				
						I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
					% $\Delta k_{c=1}$	% $\Delta k_{c=2}$	% $\Delta k_{c=3}$	% $\Delta k_{c=4}$	% $\Delta k_{c=5}$	$\Delta k_{c=1}$	$\Delta k_{c=2}$	$\Delta k_{c=3}$	$\Delta k_{c=4}$	$\Delta k_{c=5}$	
Costos Variables (por Km)	Consumo promedio de combustible		603,87	521,52	935,96			21%	21%	21%			126,81	109,52	196,55
	Consumo de llantas		188,35	306,19	511,40			21%	21%	21%			39,55	64,30	107,39
	Consumo de lubricantes		46,72	72,18	87,75			21%	21%	21%			9,81	15,16	18,43
	Consumo de filtros		12,91	29,76	47,92			21%	21%	21%			2,71	,25	10,06
	Mantenimiento		271,13	446,67	519,07			21%	21%	21%			56,94	93,80	109,00
	Lavado y engrase		32,95	42,25	51,78			21%	21%	21%			6,92	8,87	10,87
	Imprevistos		41,41	67,28	91,35			21%	21%	21%			8,70	14,13	19,18
<b>Costo variable promedio</b>			<b>1.197,33</b>	<b>1.485,83</b>	<b>2.245,22</b>								<b>251,44</b>	<b>312,03</b>	<b>471,50</b>
Costos Fijos (Mes)	Seguros		991.029,92	2.152.536,35	2.206.511,59			0%	0%	0%					
	Salarios y Prestaciones básicas		1.479.548,81	1.479.548,81	1.479.548,81			21%	21%	21%			310.705,25	310.705,25	310.705,25
	Parqueadero		115.879,35	138.666,60	169.775,82			0%	0%	0%					
	Impuestos de rodamiento		14.437,64	25.698,94	43.885,87			0%	0%	0%					
	Recuperación de Capital		1.160.495,40	3.044.446,13	3.381.994,99			0%	0%	0%					
<b>Costo Total Fijo</b>			<b>3.761.391,11</b>	<b>6.840.896,83</b>	<b>7.281.717,07</b>								<b>310.705</b>	<b>310.705</b>	<b>310.705</b>
<b>Costo Total (por Km conducido por Mes)</b>	<b>891,47</b>	<b>2.800,42</b>	<b>1.589,14</b>	<b>2.198,43</b>	<b>3.003,73</b>	<b>26%</b>	<b>16%</b>				<b>232</b>	<b>448</b>	<b>283,80</b>	<b>344,39</b>	<b>503,86</b>

1. Valores en pesos a precios del 2013

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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	135 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

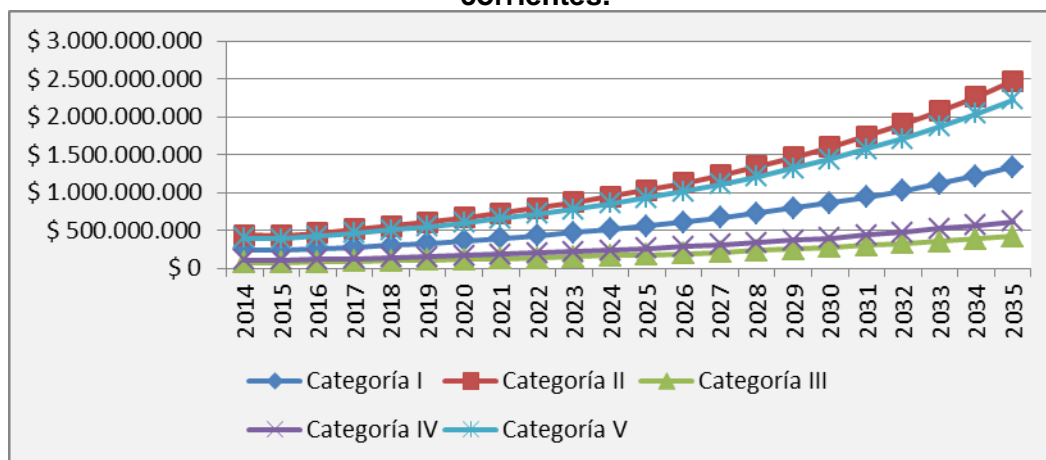
En la tabla anterior se muestra los costos variables y fijos de transporte de carga por kilómetro. Adicionalmente, en la tabla se presentan las variaciones para las categorías 3, 4 y 5 de peaje ( $\Delta K_{a,c=3}$ ,  $\Delta K_{a,c=4}$ ,  $\Delta K_{a,c=5}$ ) en los rubros de consumo de combustible, 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 \$ 231,78 y \$ 448,07 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. 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.

**Gráfica 5-6. Beneficios netos por disminución de costos de transporte en pesos corrientes.**



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	136 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

El valor presente de los beneficios por ahorros de costos en transporte asciende a 24.411,9 millones de pesos colombianos de 2013.

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:

$$bdap_a = \sum_{c=1}^c DAP_{a,c} * v_{a,c}$$

Donde:

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

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 la construcción de variantes que rodeen 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 II<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec, 2012).



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	137 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-70** Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.

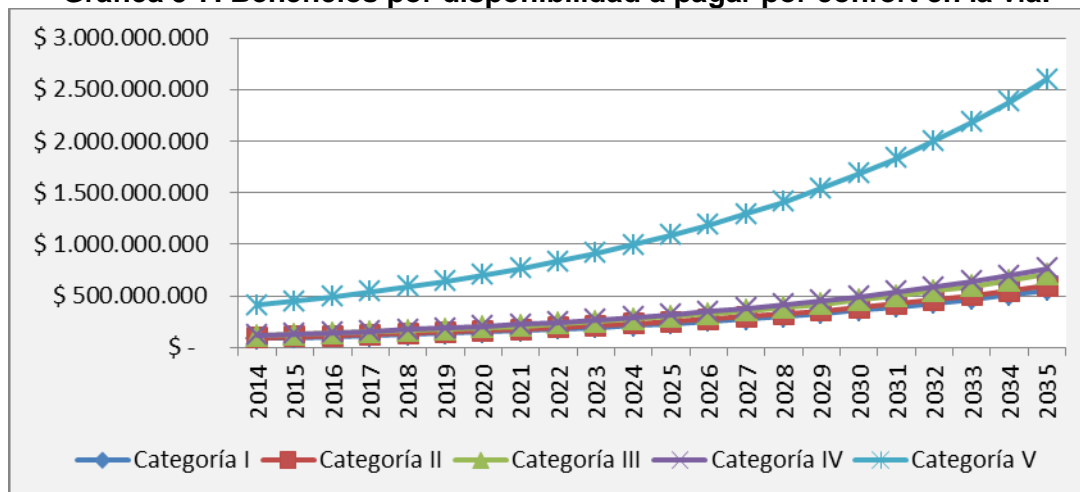
Categoría vehicular	Promedio	Cortos	Medianos	Largos
I	\$ 7.086	\$ 3.187	\$ 5.609	\$ 9.939
II a	\$ 6.716	\$ 4.238	\$ 4.994	\$ 10.867
II b	\$ 8.889	\$ 3.608	\$ 4.180	\$ 11.705
III	\$ 34.459	\$ -	\$ 8.281	\$ 36.641
IV	\$ 30.719	\$ -	\$ 17.173	\$ 32.726
V	\$ 42.624	\$ -	\$ 25.557	\$ 44.618
<b>Promedio</b>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

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

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 2.599 millones de pesos en el año 2035 para el caso de la categoría V:

**Gráfica 5-7. 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 17.973,9 millones de pesos colombianos de 2013.

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

#### 5.3.3.11.1 Cambios en el valor de la tierra.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	138 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:

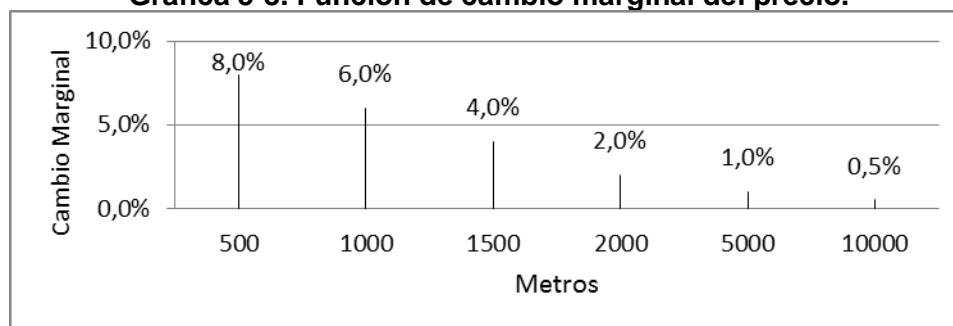
$$bvt = \sum_{rd=1}^{rd=RD} mrgt_{rd} * vt_{rd} * ut_{m,rd}$$

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.

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. 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.

**Gráfica 5-8. 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 Quintero, 2006), sobre valorización de la tierra agrícola en Colombia. Cabe notar que este valor se actualizó a tiempo presente por medio de la variación anual del IPC obteniendo así el precio promedio por hectárea de 10,67 millones de pesos. 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	139 / 166	

**Tabla 5-71. Variación del precio de la tierra por hectárea de acuerdo a la inflación.**

Año	Valor promedio / Ha	Inflación
2006	\$ 8.200.000	
2007	\$ 8.666.580	5,7%
2008	\$ 9.099.909	5,0%
2009	\$ 9.482.105	4,2%
2010	\$ 9.776.050	3,1%
2011	\$ 10.108.436	3,4%
2012	\$ 10.355.082	2,4%
2013	\$ 10.665.734	3,0%

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

**Tabla 5-72. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.**

Rango (m)	Área (Ha)	Beneficios
500	144,0	\$ 122.869.261
1000	144,0	\$ 92.151.946
1500	144,0	\$ 61.434.630
2000	144,0	\$ 30.717.315
5000	864,0	\$ 92.151.946
10000	1440,0	\$ 76.793.288
<b>Total</b>	<b>2880</b>	<b>\$ 476.118.386</b>

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

Los resultados del análisis de aumento de precio de la tierra arrojan que los beneficios serán de 476,18 millones de pesos colombianos de 2013.

### 5.3.3.12 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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	140 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Teniendo en cuenta que en el centro poblado de Dos y medio hay un promedio 3,6 de personas por hogar (DANE, 2005), obtenemos un estimado de 24 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 35,35 millones de pesos, ver la siguiente tabla.

**Tabla 5-73. Beneficios por aumento del precio de la vivienda.**

Viviendas Estimadas	Valor estimado por Vivienda	Aumento en el valor	Beneficios
24	\$ 50.000.000	3%	\$ 35.593.138

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.


### 5.3.3.13 Beneficios económicos por la disminución del riesgo de accidente.

Como consecuencia de la doble calzada 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. Para el cálculo del beneficio por la reducción del riesgo de accidentes, se utilizó la siguiente ecuación:

$$bra = (\Delta na * vaa) + (\Delta vf * vve) + (\Delta ne * vae)$$

Donde:

- bra* = Beneficios anuales por la reducción de accidentes.
- Δna* = Reducción en el número anual de accidentes en el tramo.
- vaa* = Valor de atención de cada accidente en el tramo.
- Δvf* = Reducción en el número anual de víctimas fatales en el tramo.
- vve* = Valor de una vida estadística.
- Δne* = Reducción en el número anual de heridos en el tramo.
- vae* = Valor de atención de un herido.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	141 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Las cifras de número de accidentes, víctimas fatales, heridos y vehículos perdidos en la zona de estudio, se construyeron a partir de las cifras registradas en el estudio de “Accidentalidad Vial en Colombia-2006”, realizado por el fondo de prevención vial. En este documento las estadísticas utilizadas fueron aquellas que presentan el número de eventos por cada 100.000 habitantes. Así, teniendo en cuenta la población afectada en el centro poblado, fue posible construir la tabla que se presenta a continuación, con el número de eventos estimado para el centro poblado.

**Tabla 5-74. Datos de accidentalidad, muertes y heridos.**

Evento	Por cada 100.000 habitantes	Dos y Medio
Accidentes	435,5	0,37
Víctimas fatales	12,8	0,01
Heridos	81,3	0,07

Fuente: (DANE, 2005), cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

Como puede apreciarse en la tabla anterior, por cada 10.000 vehículos en la vía se presentan entre 0 y 1 accidentes. La disminución en el número de accidentes fue estimado con base en la tasa de presentada en la revisión de la literatura (según la cual el número de accidentes al año se reduce en un 14,8% por la construcción de variantes). Ahora bien 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 5-75. Costos promedio de evento de accidente.**

Costos Anuales	2003	2013
Accidente Con daños materiales	\$ 4.600.000	\$ 6.839.555
Accidente Con muertos	\$ 118.500.000	\$ 176.192.878
Accidente Con heridos	\$ 20.800.000	\$ 30.926.682

Fuente: FACECOLDA.

Los resultados del análisis de beneficios por la reducción de la accidentalidad, arrojan un valor presente neto de 33,6 millones de pesos colombianos de 2013, para el periodo de análisis del 2013 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 2014.

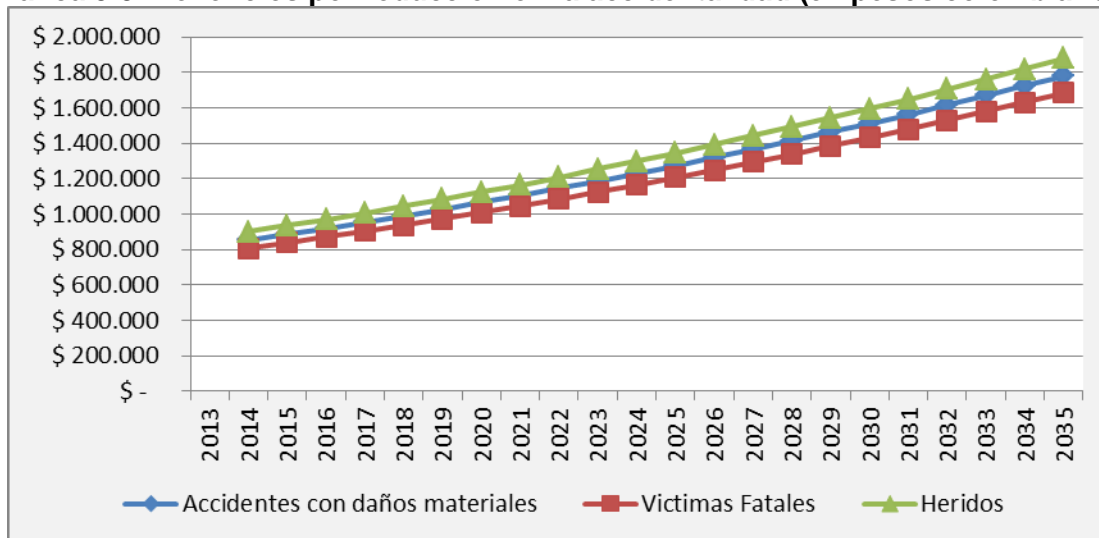
## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	142 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Gráfica 5-9. Beneficios por reducción en la accidentalidad (en pesos colombianos).**



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

### 5.3.3.14 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 \$728.140 pesos para el año 2013. El salario incremental se obtuvo de la diferencia entre el salario del proyecto y el SMMLV del año 2013. La siguiente tabla presenta los beneficios del diferencial salarial de la variante.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	143 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-76. Beneficios por la generación de empleo**

Beneficios generación de empleo	
Trabajadores	40
SMLV 2013	589.500
Salario RS 2013	728.140
Meses	9
Valor Nómina	\$ 262.130.400
Valor Salario de Oportunidad	\$ 212.220.000
Beneficios Diferencial Salarial	\$ 49.910.400

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente neto de los beneficios por el diferencial salarial asciende a 49,91 millones de pesos colombianos de 2013.

### 5.3.3.15 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 para el CREE (Impuesto sobre la renta para la equidad) y el Impuesto al Valor Agregado (IVA). El primero de estos, corresponde al pago del 8% de sobre las utilidades para empleados con un sueldo por debajo de 10 SMMLV. 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%. Mientras que el CREE se calculó sobre el 8% de la utilidad del proyecto.

**Tabla 5-77. Impuestos pagados por el proyecto.**

Impuestos	
Valor Total Básico	\$ 7.894.887.094
Porcentaje Utilidad	10%
Utilidad	\$ 789.488.709
Aportes Parafiscales	\$ 63.159.097
IVA	\$ 1.263.181.935
Total Impuestos	\$ 1.326.341.032

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	144 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por efectos fiscales asciende a 1.326,34 millones de pesos colombianos del 2013.

### 5.3.4 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”<sup>7</sup>.

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

**Tabla 5-78: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.**

Construcción de la variante	Costo en pesos
Variante Dos y Medio	7.894.887.094
<b>Total para inversión (1%)</b>	<b>78.948.871</b>

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

De acuerdo con la tabla anterior, los beneficios del proyecto por el Plan de Inversión del 1%, ascienden a 78,94 millones de pesos a precios del 2013.

#### 5.3.4.1 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.

**Tabla 5-79. 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*
<b>GESTIÓN AMBIENTAL</b>			
MANEJO DEL SUELO (ABIÓTICO)	GA-01	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	P.O**
	GA-02	Manejo de taludes	P.O**
	GA-03	manejo de materiales y equipos de construcción	P.O**

<sup>7</sup> Parágrafo del artículo 43 de la Ley de 1993



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	145 / 166

PROGRAMAS	FICHA		COSTOS
	GA-04	manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos	\$ 144.000
	GA-05	Manejo morfológico y paisajístico	P.O**
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 144.000</b>
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**
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 10.800.000</b>
MANEJO DEL RECURSO AIRE (ABIÓTICO)	GA-10	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	P.O**
<b>Subtotal</b>			<b>P.O**</b>
MANEJO DEL SUELO (BIÓTICO)	GA-11	Manejo de remoción de cobertura vegetal, y descapote	P.O**
	GA-12	Ahuyentamiento de fauna silvestre	\$ 32.400.000
	GA-13	Manejo del aprovechamiento forestal	\$ 26.960.000
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 59.360.000</b>
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	\$ 60.639.487
COMPENSACIÓN (BIÓTICO)	GA-16	Manejo de la compensación forestal	\$ 90.855.950
	GA-17	Pasos de fauna y señalización	\$ 33.769.250
		Conservación de especies vegetales vulnerables	P.O**
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 185.264.687</b>
GESTIÓN SOCIO-ECONÓMICA			
GESTIÓN SOCIAL	GS-18	Educación y capacitación ambiental al personal vinculado al proyecto	\$ 20.000.000
	GS-19	Información y participación comunitaria	\$ 21.500.000
	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 comunidad aledaña al proyecto	\$ 13.000.000
	GS-23	Contratación de mano de obra local	P.O**
	GS-24	Accesibilidad y seguridad de la población del área de influencia del proyecto	\$ 18.000.000
	GS-25	Apoyo al comercio local	\$ 20.000.000
	GS-26	Fomento a la seguridad vial	\$ 15.000.000
	GS-27	Restablecimiento de infraestructura	\$ 400.000
GS-28	Manejo de redes de servicios públicos	\$ 40.000.000	
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 147.900.000</b>
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 696.877.687</b>

\*Los costos del personal aquí incluidos corresponden a la gestión socio-ambiental de la construcción de la variante Dos y medio.

\*\*P.O: Costos incluidos en el Presupuesto de Obra

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

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

Siguiendo 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	146 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

el uso de agua y el aprovechamiento forestal durante la etapa de construcción del proyecto.

**a. 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 5-80.** Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.

	Volumen total	Volumen comercial
Aprovechamiento forestal	238,76 m <sup>3</sup>	125,14 m <sup>3</sup>

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

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 presenta a continuación.

**Tabla 5-81.** Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.

	Valor total de las transferencias por tasa de aprovechamiento forestal.
Beneficios por aprovechamiento forestal	\$ 2.252.466

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

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


**Tabla 5-82.** Demanda de agua durante la construcción.

Caudal unitario (m <sup>3</sup> /día/km)	Distancia (Km)	Tiempo de Obra		% del tiempo de Suministro	Volumen total (m <sup>3</sup> )
		Meses	Días		
2	2,875	9	270	60%	931,5
Volumen total de agua (m <sup>3</sup> ) para dos calzadas					1.863

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

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 CORPOBOYACA<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Corporación Autónoma Regional de Boyacá

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	147 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-83. Tasas por uso de agua.**

Recurso	Tasa de Uso (\$/m3)	Cantidad (m3)	Beneficios
Demanda de Agua durante Construcción	4,31	1.863,00	\$ 8.027

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

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por este concepto es de \$ 8.027 pesos a precios del 2013.

#### 5.3.4.3 Costos por servicios ambientales de los bosques

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 hidrológico 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 la emisiones de CO<sub>2</sub> 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 (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	148 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-84. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.**

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


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

En Tabla 5-85 que se presenta a continuación se encuentra consignado el valor de cada uno de los servicios ambientales principales prestados por los bosques:

**Tabla 5-85. 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
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>41</b>

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	149 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

En la Tabla 5-85, 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 del proyecto (238,76 metros cúbicos), el área total de aprovechamiento es aproximadamente 0,89 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 5-86. Costos por servicios ambientales del bosque**

Servicios Ambientales	Valores a 2003	Valores a 2011	Valores a 2013
	(dólares/ha/año)	(dólares/ha/año)	(pesos/ha/año)
Fijación de Carbono	29	41	81.659,02
Protección de Agua	3	4	8.447,48
Protección de Biodiversidad	6	8	16.894,98
Recreación	3	4	8.447,48
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>57</b>	<b>\$ 115.448,96</b>

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003) y cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

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 5-87. Costos por servicios ambientales del bosque**

	M3 Aprovechamiento Forestal	Hectáreas	Costo por servicios ambientales
Variante Dos y Medio	238,76	0,89	\$ 103.237

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

#### 5.3.4.4 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:

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	150 / 166

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

Donde:

- $crm_a$  = Costos por restricción de la movilidad del paso vial en el año  $a$ .
- $k$  = Número de Km del paso vial.
- $v_{a,c}$  = Número de viajes en el año  $a$  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  $a$ .
- $vs$  = 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 32,36% (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013).

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 98,8 millones de pesos de 2013.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	151 / 166


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-88 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, campero y camioneta	Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes	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		\$ 603,87	\$ 521,52	\$ 935,96			5%	5%	5%			\$ 30,19	\$ 26,08	\$ 46,80
	Consumo de llantas		\$ 188,35	\$ 306,19	\$ 511,40			5%	5%	5%			\$ 9,42	\$ 15,31	\$ 25,57
	Consumo de lubricantes		\$ 46,72	\$ 72,18	\$ 87,75			5%	5%	5%			\$ 2,34	\$ 3,61	\$ 4,39
	Consumo de filtros		\$ 12,91	\$ 29,76	\$ 47,92			5%	5%	5%			\$ 0,65	\$ 1,49	\$ 2,40
	Mantenimiento		\$ 271,13	\$ 446,67	\$ 519,07			5%	5%	5%			\$ 13,56	\$ 22,33	\$ 25,95
	Lavado y engrase		\$ 32,95	\$ 42,25	\$ 51,78			5%	5%	5%			\$ 1,65	\$ 2,11	\$ 2,59
	Imprevistos		\$ 41,41	\$ 67,28	\$ 91,35			5%	5%	5%			\$ 2,07	\$ 3,36	\$ 4,57
	<b>Costo variable promedio</b>		<b>\$ 1.197,33</b>	<b>\$ 1.485,83</b>	<b>\$ 2.245,22</b>									<b>\$ 59,87</b>	<b>\$ 74,29</b>
Costos Fijos (Mes)	Seguros		\$ 991.029,92	\$ 2.152.536,35	\$ 2.206.511,59			0%	0%	0%					
	Salarios y Prestaciones básicas		\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,81			5%	5%	5%			\$ 73.977,44	\$ 73.977,44	\$ 73.977,44
	Parqueadero		\$ 115.879,35	\$ 138.666,60	\$ 169.775,82			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	Impuestos de rodamiento		\$ 14.437,64	\$ 25.698,94	\$ 43.885,87			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	Recuperación de Capital		\$ 1.160.495,40	\$ 3.044.446,13	\$ 3.381.994,99			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
	<b>Costo Total Fijo</b>		<b>\$ 3.761.391,11</b>	<b>\$ 6.840.896,83</b>	<b>\$ 7.281.717,07</b>									<b>\$ 73.977,44</b>	<b>\$ 73.977,44</b>
<b>Costo Total (por Km conducido por Mes)</b>	<b>\$ 891,47</b>	<b>\$ 2.800,42</b>	<b>\$ 1.589,14</b>	<b>\$ 2.198,43</b>	<b>\$ 3.003,73</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>				<b>\$ 44,57</b>	<b>\$ 140,02</b>	<b>\$ 67,57</b>	<b>\$ 82,00</b>	<b>\$ 119,97</b>

1. Valores a precios del 2013

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	152 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:

$$cdap_a = \sum_{c=1}^c 35\% * DAP_{a,c} * v_{a,c}$$

Donde:

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

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 5-70**. 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 II<sup>9</sup>. 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 (Agosto de 2013 – Mayo de 2014) y ascienden a 265 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

### 5.3.4.5 Costos de construcción del proyecto

Los costos de construcción corresponden a los calculados como parte del Plan de Inversión del 1%. Así, los costos de construcción de la variante ascienden a \$ 7.894.887.094 pesos de 2013. El valor en precios cuenta de los costos de construcción es de 6.044,0 millones de pesos.

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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	153 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

#### 5.3.4.6 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.

**Tabla 5-89. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.**

Procedencia de los clientes	Frecuencia	Porcentaje
De la vía	9	56,3%
Del poblado	2	12,5%
Del poblado y de la vía	4	25,0%
N.R.	1	6,3%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: (Concesionaria Ruta Del Sol , 2010)

Según se observa en la tabla anterior el 83,1% de los clientes en establecimientos comerciales y de servicios en el corregimiento de Dos y medio provienen tanto del poblado como 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 81,3% de los clientes de los negocios afectados son usuarios de la vía (Procedentes de la vía y procedentes del poblado) 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% 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 zona<sup>10</sup>, 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 2013 y con una tasa de descuento del 8,5%, asciende a \$ 20.535.331 pesos. La siguiente tabla presenta el valor de las pérdidas entre el año 2013 y el 2016, a precios corrientes.

<sup>10</sup> 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 \$ 15.722.228 a precios del 2013.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	154 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-90. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.**

Año	2013	2014	2015	2016
Variante	\$ -	\$ 13.157.539,31	\$ 6.776.132,74	\$ 3.388.066,37

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	155 / 166

### 5.3.4.7 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 5-91 . Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.**

Costos del Proyecto (millones de pesos)																							
Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Costo por Servicios Ambientales de los Bosques	0,103	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	98,8	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	265,0	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	6.044	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	13,2	6,8	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costos	6.408	13	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Beneficios-Costos	-3.739	2.078	2.120	2.321	2.540	2.775	3.032	3.312	3.617	3.949	4.312	4.708	5.139	5.609	6.122	6.681	7.290	7.954	8.678	9.467	10.327	11.265	12.287

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente a una tasa de descuento del 8,5% de los costos del proyecto, a precios del 2013, asciende a 6.428,5 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto:

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	156 / 166

**Tabla 5-92. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.**

Año	Beneficios del Proyecto (millones de pesos)																						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Beneficios reducción población expuesta a contaminación del aire	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Beneficios por Reducción Población expuesta a Ruido	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Beneficios por Reducción de los Costos de Transporte	0	1.261	1.219	1.333	1.457	1.592	1.739	1.900	2.076	2.267	2.475	2.703	2.951	3.221	3.516	3.837	4.188	4.570	4.986	5.440	5.935	6.474	7.062
Beneficios por Aumento de Confort en la Variante	0	828	905	989	1.080	1.180	1.289	1.408	1.538	1.679	1.833	2.001	2.184	2.384	2.601	2.839	3.097	3.379	3.687	4.022	4.387	4.785	5.219
Beneficios por aumento en el precio de la finca raíz	512	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	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2	5,3
Beneficios de Efectos Fiscales	1.326	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	50	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%	78,9	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	714	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	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Beneficios</b>	<b>2.683</b>	<b>2.091</b>	<b>2.127</b>	<b>2.324</b>	<b>2.540</b>	<b>2.775</b>	<b>3.032</b>	<b>3.312</b>	<b>3.617</b>	<b>3.949</b>	<b>4.312</b>	<b>4.708</b>	<b>5.139</b>	<b>5.609</b>	<b>6.122</b>	<b>6.681</b>	<b>7.290</b>	<b>7.954</b>	<b>8.678</b>	<b>9.467</b>	<b>10.327</b>	<b>11.265</b>	<b>12.287</b>

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	157 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

La anterior tabla muestra que el flujo de beneficios es siempre creciente y para el último año de análisis alcanza 12.287 millones de pesos. El valor presente neto de estos beneficios con una tasa de descuento del 8,5% asciende a 45.105,25 millones de pesos colombianos del 2013. La relación costo beneficio del proyecto con una tasa de descuento de 8,5% es de 7,02. Su cálculo se resume en la siguiente tabla:

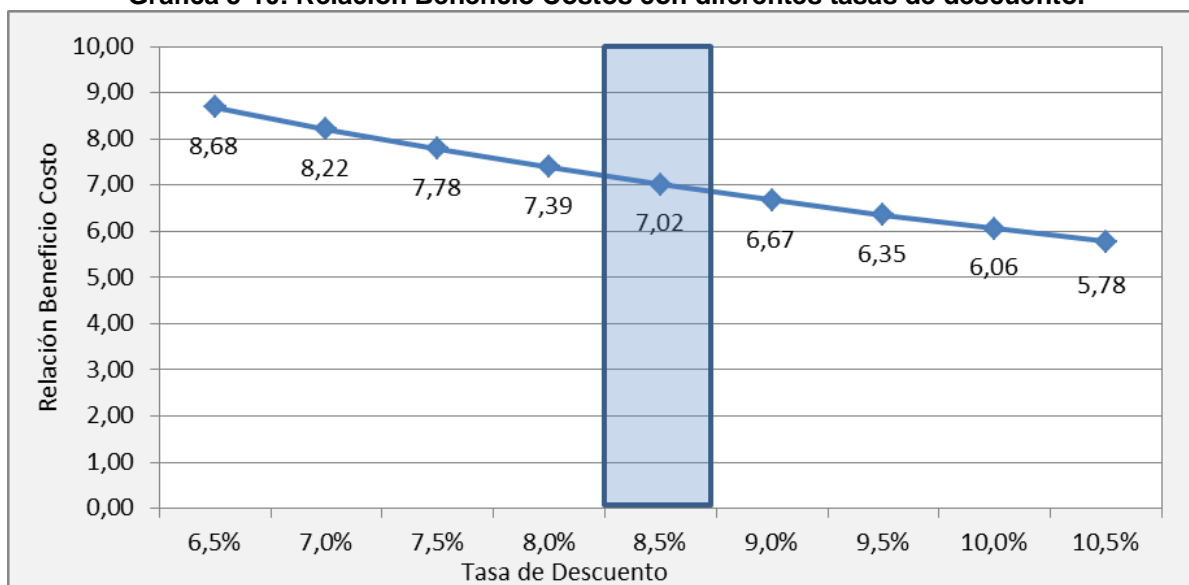
**Tabla 5-93. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.**

VP Beneficios del Proyecto (en millones de pesos)	VP Costos del Proyecto (en millones de pesos)	Tasa	RB/C
45.105,25	6.428,47	8,5%	7,02

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Un análisis de sensibilidad de la relación costo beneficio se presenta en la siguiente gráfica.

**Gráfica 5-10: 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 5,78. La relación beneficio costos utilizando una tasa de descuento de 6,5% es de 8,68.

### 5.3.4.8 Conclusiones y recomendaciones.

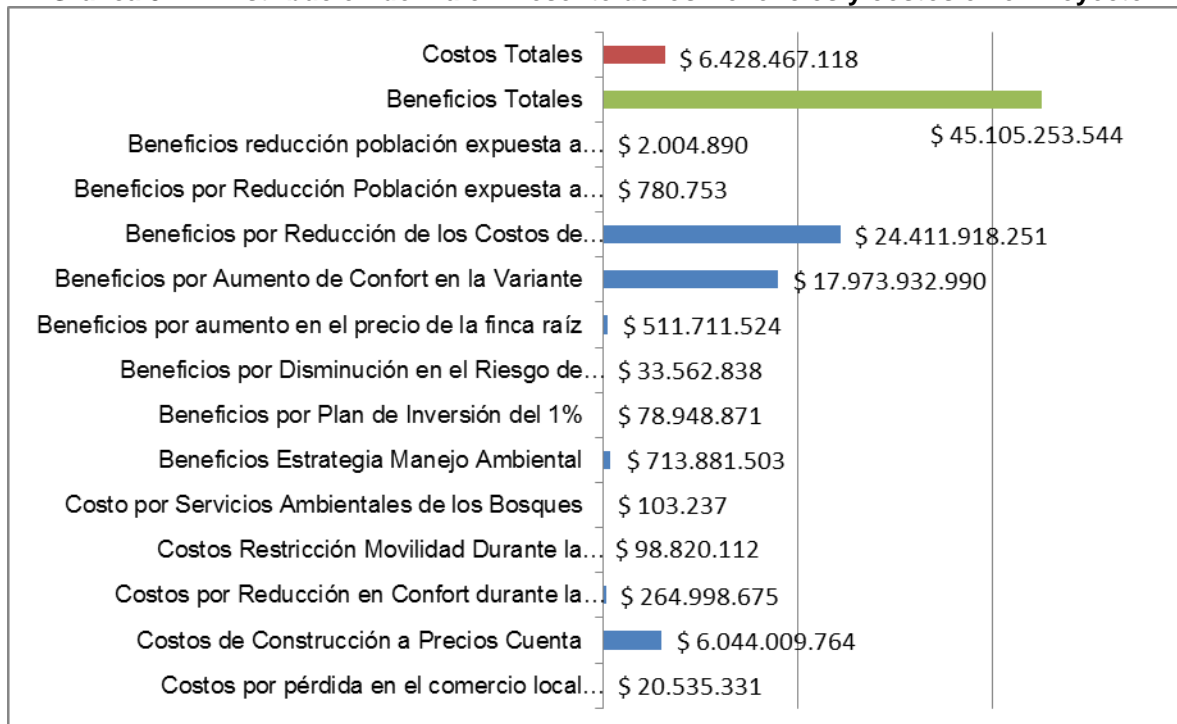
El proyecto es rentable socioeconómicamente, el análisis de sensibilidad del indicador costos beneficio del proyecto a las diferentes tasas de descuento, muestra que con tasas que oscilan entre 6,5% y 10,5%, el indicador costos beneficio va de 8,68 a 5,78. Con una tasa del 8,5% el indicador costos beneficio es de 7,02. Es decir, por cada peso invertido en el proyecto la sociedad

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	158 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

recibe 7,02 pesos. Usando la tasa de descuento más alta (10,5%), el proyecto sigue siendo rentable socioeconómicamente con un indicador costos beneficio de 5,78.

El aporte de cada costo y cada beneficio se presenta en la siguiente gráfica:


**Gráfica 5-11: Distribución del Valor Presente de los Beneficios y costos en el Proyecto.**



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)


El valor presente neto de los beneficios del proyecto asciende a 45.090,9 millones de pesos de 2013. De los 45.105,25 millones de pesos a 2013 que constituyen los beneficios del proyecto, el 94,0% está representado por el ahorro en los costos de transporte y los beneficios por aumento en confort, el 0,1% por los beneficios en la reducción de la accidentalidad y el 1,1% por el aumento en los precios de la finca raíz. El 4,8% 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 6.428,5 millones de pesos de 2013. El 94,0% de estos costos corresponden a los costos de construcción de la variante. El 0,3% de los costos corresponden al impacto sobre el comercio local asociado con la vía, el 1,5% a las restricciones a la movilidad y el 4,1% a la reducción en el confort durante la construcción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>ESTADOS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	159 / 166	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.
- Ambiotech. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Líbano*. Bogotá.
- Ambiotech Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variantes Tramo 2*. Bogotá.
- Ambiotech Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Dos y medio*. 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.
- BIODESA LTDA. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia de Exploración Bloque Llanos 16 a Licencia de Explotación Bloque Llanos 16*. Bogotá.
- 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](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVe.pdf)
- Concesionaria Ruta Del Sol . (2010). *Base de datos Unidades productivas*. Bogotá.
- 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 Puerto Boyacá, Boyacá*. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/boyaca/puertoboyaca.pdf>
- 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](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*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					 CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> <small>SAAS</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	160 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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 concesión 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.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(1\).pdf](http://www.ime.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.
- 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*.
- MAVDT. (2010). *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO


CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	161 / 166

- 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\\_Uso%20de%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007\\_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf](http://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Uso%20de%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*.
- 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](http://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*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	162 / 166	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/fuzzy_product_page.html)
- Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónal. (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)*.
- 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. (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. (2013).
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2013). *Cálculos de*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (Agosto 2013). *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 (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – DOS Y MEDIO

CONCESIONARIA



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0084.	00	Agosto 2013	Sin restricción	163 / 166

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





