



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO
Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL
ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Melinton Vinicio Cabrera Mayén

Asesorado por el Ing. Byron Otoniel Ramos Sánchez

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO
Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL
ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MELINTON VINICIO CABRERA MAYÉN

ASESORADO POR EL ING. BYRON OTONIEL RAMOS SÁNCHEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de abril 2013.



Melinton Vinicio Cabrera Mayén

Guatemala, 5 de noviembre de 2013

Licenciado
Manuel María Guillén Salazar
Jefe del departamento de Planeamiento
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Guatemala

Respetado Licenciado:

Me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado "**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PROYECTO MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO – SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**". Elaborado por el estudiante universitario Melinton Vinicio Cabrera Mayén de la carrera de Ingeniería Civil, con carné No. 2009-15206; quien conto con mi asesoría.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante **Cabrera Mayen**, satisface los requerimientos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención de la presente.

Atentamente



Ingeniero Civil Byron Otoniel Ramos Sanchez
Colegiado activo No. 2752
Asesor de Trabajo de Graduación

Byron Otoniel Ramos S.
INGENIERO CIVIL
Colegiado No. 2752



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
 21 abril de 2014

Ingeniero
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PROYECTO MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHU, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Melinton Vinicio Cabrera Mayén, quien contó con la asesoría del Ing. Byrón Otoniel Ramos Sánchez.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar
 Jefe del Departamento de Planeamiento
 Manuel María Guillén Salazar
 ECONOMISTA
 Colegiado No. 4758

FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
 USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de Lingüística

Guatemala, 12 de mayo de 2014
Ling.22/14

Ingeniero Hugo Leonel Montenegro Francio
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación del estudiante **Melinton Vinicio Cabrera Mayén**, con número de carné: **2009-15206** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PROYECTO MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.**




Licenciada Rosa Amelia González Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Lingüística

Cc. Archivo



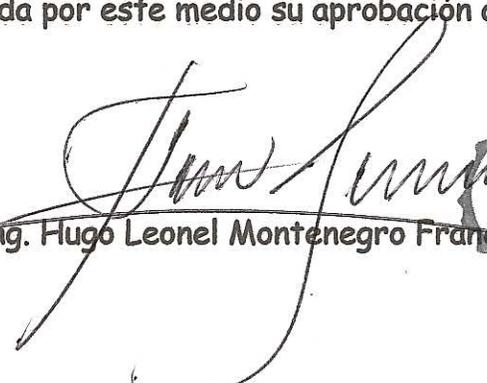
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Byron Otoniel Ramos Sanchez y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Melinton Vinicio Cabrera Mayén, titulado **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

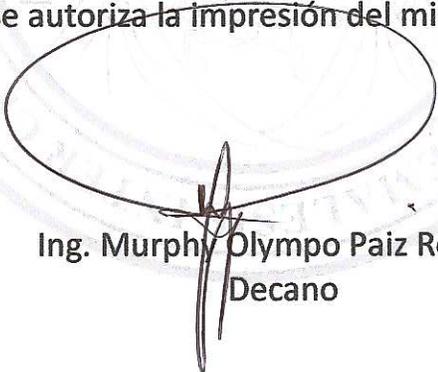


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 221.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN RUTA DEPARTAMENTAL AV-05, EL ROSARIO-SENAHÚ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** presentado por el estudiante universitario **Melinton Vinicio Cabrera Mayén,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 13 de mayo de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y permitirme llegar a cumplir una meta más.
- Mis padres** Ing. Melinton Vinicio Cabrera Linares y Ruth Giovanna Mayén Torres de Cabrera por el inmenso amor, el apoyo incondicional y la confianza de creer en mis capacidades para la realización de mi sueño, este triunfo es de ustedes más que mío.
- Mis hermanos** Licda. Ruth Mariela y Jeffrey René Cabrera Mayén por todo el apoyo y amor, indispensable para lograr mis metas.
- Mis abuelos** María Concepción Torres Celada, Laurencio Cabrera Zelada (Q.E.P.D) y Graciela Elisa Linares Ordoñez, por su inmenso amor y sabios consejos para lograr esta meta.
- Mis tíos** Gladis Dinora, Cándido Cabrera Linares (Q.E.P.D.), Concepción de María Alvarado Linares (Q.E.P.D.) y Edwin Rene Zapparoli Torres, con mucho cariño y agradecimiento por su apoyo.

Mis primos

Licda. Mariela de León Regil, Licda. Elisa, Alejandra, Andrea, Víctor Cabrera y Marvin Villagrán, con mucho cariño.

Mis sobrinos

Giancarlo y Rodrigo Quiñonez, con mucho cariño.

Mi familia en general

Con mucho cariño por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me dio la oportunidad de superarme.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional.
Mis amigos	Jafid Pineda, Evelyn Contreras y José Bolívar, con aprecio por haberme alentado y aconsejado en momentos difíciles de mi vida universitaria.
Katahira & Engineers International	En especial a Ing. Takashi Isakari, Ing. Hiroshi Shintani e Ing. Byron Ramos, por confiar en mis capacidades y darme la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE	1
1.1. ¿Qué es ambiente?	1
1.1.1. ¿Qué es medio ambiente?	1
1.2. Instrumentos de evaluación ambiental	3
1.2.1. Estudio de evaluación de impacto ambiental.....	3
1.2.2. Diagnóstico ambiental	5
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
2.1. Ubicación del proyecto	7
2.2. Objetivos y justificación del proyecto.....	8
2.2.1. Objetivos.....	8
2.2.2. Justificación	9
2.3. Descripción técnica del proyecto.....	10
2.3.1. Diseño de la sección típica	13
2.3.2. Diseño del pavimento	14

3.	DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL Y TÉCNICO	15
3.1.	Marco legal.....	15
3.1.1.	Constitución Política de la República de Guatemala y sus reformas, Acuerdo Legislativo 18-93	15
3.1.2.	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86.....	16
3.1.3.	Código Municipal, Decreto 12-2002	17
3.1.4.	Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89	18
3.1.5.	Ley Forestal, Decreto 101-96.....	19
3.1.6.	Normativa sobre la Política Marco de Gestión Ambiental, Acuerdo Gubernativo 791-2003.....	20
3.1.7.	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo 431-2007.....	21
3.2.	Marco técnico.....	23
3.2.1.	<i>Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, Dirección General de Caminos, 2001</i>	<i>23</i>
3.2.2.	<i>Manual centroamericano de normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, SIECA, 2002.....</i>	<i>25</i>
3.2.3.	Ley de Contrataciones del Estado, Decreto 57-92	27

4.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIOECONÓMICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	29
4.1.	Descripción del ambiente físico	29
4.1.1.	Geología	29
4.1.2.	Geomorfología	30
4.1.3.	Suelos.....	30
4.1.4.	Clima	31
4.1.5.	Hidrología	31
4.1.6.	Amenazas Naturales	32
4.2.	Descripción del ambiente biótico	33
4.2.1.	Flora	34
4.2.2.	Zona de vida	34
4.2.3.	Fauna	35
4.2.4.	Áreas protegidas y ecosistemas frágiles	35
4.3.	Descripción del ambiente socioeconómico	35
4.3.1.	Breve monografía del municipio de Senahú	36
4.3.2.	Características de la población.....	37
4.3.3.	Servicios básicos	39
5.	ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PREPARADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS	45
5.1.	Análisis de impacto ambiental identificado	45
5.2.	Análisis del plan de gestión ambiental y costos.....	47
5.3.	Análisis del contrato de obra	51
5.4.	Análisis de informes de supervisión ambiental para determinar el cumplimiento de las medidas de mitigación.....	52

6.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A TRAVÉS DEL DIAGNÓSTICO.....	59
6.1.	Identificación y valoración de impacto ambiental	59
6.2.	Análisis de impacto	68
6.3.	Síntesis de la evaluación de impacto ambiental.....	85
6.4.	Comparación de impacto ambiental identificado durante el estudio de impacto ambiental y en el diagnóstico	90
6.5.	Evaluación del impacto social	102
6.5.1.	Percepción de las comunidades beneficiadas en relación al proyecto	102
7.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PRODUCTO DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y COSTOS DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN.....	111
7.1.	Qué es gestión ambiental.....	111
7.1.1.	Objetivos	111
7.1.2.	Ejes	112
7.1.2.1.	Fortalecimiento y desarrollo de la institucionalidad ambiental	113
7.1.2.2.	Desarrollo de sistema financiero ambiental.....	114
7.1.3.	Definición.....	115
7.2.	Plan de gestión ambiental	116
7.2.1.	Variable ambiental afectada.....	116
7.2.1.1.	Atmósfera (aire y ruido)	117
7.2.1.2.	Agua subterránea, superficial y suelo	117
7.2.1.3.	Flora y fauna	119
7.2.1.4.	Paisaje.....	120
7.2.1.5.	Mano de obra	121
7.2.1.6.	Vecinos del área.....	122

7.3.	Costo de la medida de mitigación.....	123
7.4.	Comparación del plan de gestión ambiental propuesto en el EIA y el determinado en el diagnóstico ambiental	124
8.	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL PROYECTO	127
8.1.	Pronóstico de la calidad ambiental en el área del proyecto....	127
9.	ANÁLISIS DE RIESGO	131
9.1.	Riesgo de inundación	131
9.2.	Riesgo a deslizamientos.....	132
9.3.	Riesgo sísmico	134
10.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A IMPLEMENTARSE DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRAMO CARRETERO	135
10.1.	Síntesis de compromisos ambientales	135
10.2.	Política ambiental del proyecto.....	137
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES	141
	BIBLIOGRAFÍA.....	143
	ANEXOS.....	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del proyecto.....	8
2.	Sección típica E	14
3.	Fuentes de emisión de polvo	68
4.	Fuentes de emisión de ruido	69
5.	Cambios en la geomorfología	70
6.	Ancho de carretera antes de la ampliación	71
7.	Pérdida de suelo después de la ampliación	72
8.	Suelo expuesto a erosión.....	72
9.	Suelo impermeabilizado	73
10.	Afectación en área cultivada por colapso de botadero.....	74
11.	Arrastre de material hacia corriente de agua	77
12.	Pérdida de vegetación.....	78
13.	Pérdida de vegetación por disposición de material	79
14.	Paisaje antes de la pavimentación	80
15.	Paisaje después de la pavimentación	81
16.	Impacto al paisaje por cortes en talud.....	81
17.	Protección de los trabajadores.....	82
18.	Señalización de límite de velocidad	84
19.	Señalización de presencia de curva.....	84
20.	Interacciones con y sin impacto ambiental.....	87
21.	Calificación de impactos ambientales	88
22.	Calificación de impactos negativos	89
23.	Calificación de impactos positivos.....	89

24.	Impactos negativos con mitigación y sin mitigación.....	90
25.	Opinión sobre afección al medio ambiente	104
26.	Afecciones al medio ambiente	105
27.	Beneficios sociales y económicos.....	106
28.	Riesgos por la pavimentación de la carretera	107
29.	Recomendaciones para minimizar los impactos negativos.....	109
30.	Entrevista I.....	110
31.	Entrevista II.....	110
32.	Río Candelaria.....	128
33.	Pérdida de suelo y vegetación	129

TABLAS

I.	Comparación del estudio de impacto ambiental (EIA) de la DGC y el diagnóstico ambiental elaborado (DA)	11
II.	Población por rango de edad.....	38
III.	Especificaciones técnicas especiales ambientales (estudio de impacto ambiental de la DGC).....	50
IV.	Especificaciones técnicas especiales ambientales del contrato de Obra.....	52
V.	Especificaciones técnicas especiales ambientales ejecutadas.....	55
VI.	Comparación de costos de ETEA	57
VII.	Matriz de identificación de impactos ambientales	65
VIII.	¿Cree que se afectó el ambiente de la región?	104
IX.	Beneficios sociales y económicos.....	106
X.	Riesgos por la pavimentación de la carretera	107
XI.	¿Qué recomienda para evitar o minimizar los impactos negativos?	108
XII.	Resumen de medidas de mitigación y costos	123

XIII.	Comparación del plan de gestión ambiental propuesto en el EIA y el determinado en el DA.....	125
XIV.	Puntos con riesgo de deslizamientos	133
XV.	Síntesis de compromisos ambientales para las etapas de operación y mantenimiento	136

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
dB A	Decibelio en escala A
° C	Grado centígrado
ha.	Hectárea
km.	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
km/hora	Kilómetro por hora
mm	Milímetro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
%	Porcentaje
Q.	Quetzal
SG	Suma global
U	Unidad

GLOSARIO

Área de influencia	Es el área donde se presentarán y/o tendrán influencia los impactos adversos o benéficos de un proyecto.
Caracterización ambiental	Determinar los atributos peculiares del ambiente en el área.
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
Cuneta	Zanja lateral, generalmente paralela al eje de la carretera o del camino.
Concreto asfáltico	Sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta, en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes.
Concreto hidráulico	Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino; los cortes pueden efectuarse a media ladera.
DA	Diagnóstico Ambiental.
Derrumbes	Movimientos de tierra, de forma rápida, violenta y espectacular que se producen en fuertes pendientes, originados por la gravedad o por saturación de agua.
Deslizamientos	Es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud.
Detritus	Material suelto o sedimento de rocas.
DIGARN	Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
DIGAS	Disposiciones Generales Ambientales.
DGC	Dirección General de Caminos.
EIA	Estudio de Impacto Ambiental.
Flujos de detritus	Mezcla heterogénea de agua con una elevada proporción de materiales sólidos (piedras, bloques, grava, madera) que se desliza.

INAB	Instituto Nacional de Bosques.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Inundación	Ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos o por lluvias torrenciales.
Medida de mitigación	Es el conjunto de medidas destinadas a prevenir, reducir, minimizar, corregir o restaurar, la magnitud de los impactos negativos al ambiente identificado dentro del proceso de evaluación ambiental como posibles consecuencias del desarrollo de una obra, industria, proyecto o actividad específica.
RD-AV-5	De acuerdo a la clasificación de carreteras de la Dirección General de Caminos se denomina Ruta departamental Alta Verapaz, número 5.
RN-7E	De acuerdo a la clasificación de carreteras de la Dirección General de Caminos se denomina Ruta Nacional número 7 este.
Sección típica	Es la representación grafica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana.

- Subrasante** Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y se extiende hasta una profundidad que no le afecte la carga de diseño que prevé al tránsito previsto.
- Superficie de rodadura** Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
- Taludes** Son los planos inclinados de la terracería, que delimitan los volúmenes de corte o terraplén; y están contenidos entre la cuneta y el terreno natural.

RESUMEN

Durante la planificación de proyectos de infraestructura vial se hace necesario la realización de diversos estudios; entre estos se pueden mencionar: de suelos, del tránsito, de geotecnia, socioeconómico y no menos importante el estudio de impacto ambiental.

El diagnóstico ambiental está regulado en el Artículo 18 del Reglamento de Evaluación Control y Seguimiento Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, de acuerdo a este se define como el instrumento de evaluación ambiental que se efectúa en un proyecto existente.

En este trabajo se presenta, en primera instancia, el análisis del estudio de impacto ambiental preparado por la Dirección General de Caminos, concluyéndose que los impactos identificados en su mayoría fueron los que comúnmente se presentan en proyectos de infraestructura vial, sin embargo no se consideraron los impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento y las medidas de mitigación propuestas fueron insuficientes. Por las razones anteriores se realizó el diagnóstico ambiental con el fin de determinar los impactos reales provocados por la ejecución del proyecto y recomendar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos en la fase de operación y mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Elaborar un diagnóstico ambiental del proyecto de mejoramiento y pavimentación de la ruta departamental AV-05, El Rosario – Senahú.

Específicos

1. Realizar la caracterización ambiental en el área de influencia de la carretera.
2. Analizar los impactos ambientales debido a los cambios en la estructura del pavimento y cambios en la sección típica.
3. Identificar y describir los impactos ambientales provocados por el mejoramiento y pavimentación de la carretera.
4. Comparar los impactos identificados en el estudio de impacto ambiental con los impactos identificados en el diagnóstico ambiental.
5. Identificar el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental durante la fase de construcción a través de la revisión de informes de supervisión ambiental.
6. Conocer la opinión de la población en relación a los cambios en el medio ambiente circundante a la carretera.

7. Elaborar el plan de gestión ambiental para la etapa de operación y mantenimiento que permita la sostenibilidad del proyecto.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la protección ambiental se encuentra regulada en los artículos 64 y 97 de la Constitución Política de la República y específicamente en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, del Congreso de la República, la cual en su Artículo 8 indica la obligatoriedad de realizar el Estudio de Impacto Ambiental para todo proyecto, obra, industria y/o actividad que por sus características pueda provocar impactos negativos al medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la ruta departamental AV-05, El Rosario – Senahú, se realizó en el año 2003, sobre la base del diseño elaborado en ese entonces. Sin embargo por razones técnicas, de costos, de derecho de vía y otros, el proyecto ha tenido cambios durante su ejecución.

Para el caso en particular se reestructuró la planificación original, la cual consistía en rehabilitar y mejorar la carretera a una sección típica D, con superficie de rodadura de concreto asfáltico; en tanto que los trabajos que finalmente se ejecutaron consistieron en el mejoramiento y pavimentación del tramo, aplicando la sección típica E, realizándose los cambios de línea requeridos en el diseño geométrico, con superficie de rodadura de concreto hidráulico, así mismo se construyó un puente sobre el Río Candelaria.

En el estudio de impacto ambiental del proyecto no se reflejaron dichos cambios, por lo que se hizo necesario realizar el diagnóstico ambiental, el cual reflejó los impactos reales provocados por el proyecto, proponiéndose las

medidas de mitigación que deberán ejecutarse en las etapas de operación y mantenimiento, para asegurar la sostenibilidad de la infraestructura construida.

El trabajo consta de diez capítulos, en el primero se describen aspectos generales del medio ambiente; en el segundo capítulo se hace una descripción del proyecto, indicando ubicación, objetivos y justificación, así como la descripción técnica del mismo; el capítulo 3 describe el marco legal y técnico; en el capítulo 4 se presenta una caracterización ambiental del área de influencia del proyecto.

En el capítulo 5 se realiza el análisis del estudio de impacto ambiental preparado por la Dirección General de Caminos, se analizan los impactos ambientales identificados, medidas de mitigación, costos, el contrato de obra y los informes de supervisión ambiental.

En el sexto capítulo se identifican y analizan los impactos ambientales y se determinan las medidas de mitigación a través del diagnóstico ambiental del proyecto, se hace una comparación del impacto ambiental identificado durante el EIA y el impacto ambiental identificado en el DA.

En el capítulo séptimo, se elabora el Plan de Gestión Ambiental producto del diagnóstico ambiental con sus costos de las medidas de mitigación; en el capítulo octavo se presenta el escenario ambiental modificado por la ejecución del proyecto.

El capítulo noveno describe el análisis de riesgo a inundación, deslizamiento y sismos que se encuentran expuestos tanto el proyecto como las comunidades asentadas en el área y, finalmente, en el capítulo diez, se presentan las medidas de mitigación a implementarse durante la operación y

mantenimiento del tramo carretero y se hace una síntesis de los compromisos ambientales.

Al final se plasman las conclusiones a las que se llegó producto del trabajo realizado, así como las recomendaciones de mérito y la bibliografía consultada.

1. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE

En los aspectos generales se desarrollan conceptos relacionados con lo que es el medio ambiente; los instrumentos de evaluación ambiental que rigen en la república de Guatemala; qué es un estudio de evaluación de impacto ambiental y lo relacionado al diagnóstico ambiental.

1.1. ¿Qué es ambiente?

Condiciones naturales y sociales que circundan a toda la humanidad.

1.1.1. ¿Qué es medio ambiente?

- Medio ambiente, entendido como objeto o fuente de saber en construcción más que como una dimensión estática, debe estudiarse desde una perspectiva global e integradora en la que se considera la unidad de desarrollo social y natural, resultante de la interacción de los aspectos biológicos, físicos, sociales, económicos, políticos y culturales. Es un campo en el que se inscriben la problemática en la articulación sociedad-naturaleza; es decir, lo que no es ni sociedad, ni naturaleza, sino su interrelación.
- Medio ambiente es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

En la primera definición destaca la idea del medio ambiente como algo cambiante, en donde los aspectos biológicos, físicos, sociales, económicos, políticos y culturales interactúan, y el medio ambiente viene a ser la resultante de la interrelación sociedad-naturaleza.

La segunda definición enfoca al medio ambiente como un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación, por acción humana o natural.

En esta definición es válido resaltar la idea que el interactuar de los elementos medioambientales produce permanente modificación, con efectos que influyen en las condiciones de vida de los organismos, incluido el ser humano.

Esta segunda definición es tomada del Reglamento de Evaluación Control y Seguimiento Ambiental, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 431-2007), y conforme al Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, y las reformas donde manifiesta que el Estado debe propiciar el desarrollo socioeconómico, científico y tecnológico, para prevenir la contaminación del medio ambiente y mantener el equilibrio ecológico.

Las anteriores definiciones permiten encausar el pensamiento a fin de obtener o formarse una idea clara de lo que es el medio ambiente. Al estudiar el ecosistema, no se puede prescindir de elementos como el agua, suelo, oxígeno y toda una multiplicidad de medios naturales de subsistencia; cada organismo vivo depende de sus propios condicionamientos naturales, por lo tanto, se puede afirmar que cada ser vivo, está inmerso en su propio medio ambiente, el cual le puede ser favorable o adverso.

1.2. Instrumentos de evaluación ambiental

Son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, desde la fase de planificación, con carácter preventivo.

De los instrumentos de evaluación ambiental se generan los correspondientes compromisos ambientales que deben adoptar los proponentes y que sirven de base para el control y seguimiento de los proyectos, obras, industrias o actividades.

Son considerados instrumentos de evaluación ambiental, los siguientes:

- Evaluación ambiental estratégica
- Evaluación ambiental inicial y autoevaluación ambiental
- Estudio de evaluación de impacto ambiental
- Evaluación de riesgo ambiental
- Evaluación de impacto social
- Diagnóstico ambiental
- Evaluación de efectos acumulativos

1.2.1. Estudio de evaluación de impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental surge a finales de los años 60 en Estados Unidos con el nombre de *environmental impact assessment* (EIA). La evaluación del impacto ambiental introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a

prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

En Guatemala surge en el año de 1986, con la puesta en vigencia del Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la cual norma en su artículo 8 la obligatoriedad de realizar el estudio de impacto ambiental, previo al desarrollo de cualquier proyecto, cuya aprobación está a cargo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; esta misma ley impone sanciones a los funcionarios y particulares que omitan cumplir con la misma.

- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental: estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o minimizar los impactos ambientales
- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental: es el documento técnico que permite identificar y predecir, con mayor profundidad de análisis, los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad que se ha considerado como de alto impacto ambiental potencial o bien, como de alta significancia ambiental.

Es un instrumento de evaluación para la toma de decisiones y de planificación, que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada.

1.2.2. Diagnóstico ambiental

Es un instrumento de evaluación ambiental que se efectúa en un proyecto, obra, industria o actividad existente y por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas o bien por el uso de sistemas analógicos de comparación con eventos o entidades similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con base en sus facultades contenidas en la ley, podrá a través de sus delegaciones y la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, exigir la presentación del diagnóstico ambiental a proyectos, obras, industrias o actividades ya existentes que no cuenten con la aprobación respectiva.

El decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en el Artículo 8 exige que previo al desarrollo de cualquier proyecto, obra, industria o actividad, debe presentarse un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y no está regulado el diagnóstico ambiental.

Con la entrada en vigencia del acuerdo gubernativo número 431-2007 (Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, regula la presentación del diagnóstico ambiental para proyectos, obras, industrias o actividades existentes; situación que como ya se indicó había quedado fuera de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se indica la ubicación geográfica; los objetivos y justificación para el desarrollo del proyecto; la descripción técnica y el diseño de la sección típica, tanto la que se analizó en la formulación del proyecto, como la que finalmente se ejecutó.

2.1. Ubicación del proyecto

De acuerdo a la regionalización del país, el proyecto se localiza en la Región II (norte), específicamente en el municipio de Senahú, departamento de Alta Verapaz.

El tramo carretero inicia en la aldea El Rosario, municipio de Senahú, hasta llegar a la cabecera; con una longitud de 21,56 kilómetros y de acuerdo a la clasificación de la Dirección General de Caminos, se identifica como RD-AV-05 -Ruta departamental Alta Verapaz 05-.

En la figura 1, se observa el mapa de la red vial del departamento de Alta Verapaz y encerrado en círculo la carretera que conduce al municipio de Senahú. Puede apreciarse que la carretera en análisis entronca con una ruta de mucha importancia turística y económica como lo es la ruta nacional 7E, la cual se encuentra en estos momentos en fase de rehabilitación y pavimentación.

Figura 1. Ubicación del proyecto



Fuente: Mapa red vial departamento de Alta Verapaz, Dirección General de Caminos.

2.2. Objetivos y justificación del proyecto

Los objetivos y justificación del proyecto indican las razones que en su momento se planteó la Dirección General de Caminos para ejecutar el mejoramiento de la carretera.

2.2.1. Objetivos

- Facilitar las condiciones de infraestructura que permitan mejorar la calidad de vida de la población beneficiada, con el proyecto puesto en operación.

- Facilitar el transporte de bienes y servicios, mejorando el acceso a las comunidades rurales mediante la pavimentación de la carretera de terracería existente, que garantice la seguridad vial, reducción de accidentes y protección del ambiente.
- Contribuir a disminuir los costos del transporte en el desarrollo comercial, productivo y turístico.

2.2.2. Justificación

El municipio de Senahú está considerado dentro de los 125 municipios con mayor índice de pobreza y pobreza extrema a nivel nacional y ocupa el quinto puesto dentro del departamento como el más pobre, siendo el índice de pobreza general para el municipio de 85,6 % y una pobreza extrema de 34,7 % (INE 2002).

Por otro lado, en el Plan de Desarrollo Municipal de Senahú, se manifiesta que los indicadores de salud son de los más altos del departamento, específicamente en cuanto a la mortalidad materna; así mismo el alfabetismo del municipio es apenas del 50,99 % lo cual indica que la mitad del municipio no sabe leer ni escribir. Finalmente, cabe resaltar que la economía del municipio está en función de la producción de café y cardamomo, los mismos generan ingresos necesarios para la subsistencia de la población.

Por las razones descritas, el Gobierno de la República de Guatemala, a través del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV) y su unidad ejecutora, la Dirección General de Caminos (DGC) con el apoyo financiero del Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC) (préstamo de AOD del JBIC, GT-P5), decidieron invertir los recursos necesarios para

desarrollar el proyecto de mejoramiento y pavimentación de la ruta departamental AV-05, El Rosario-Senahú.

Dicho proyecto, adquiere importancia significativa desde el punto de vista de una comunicación más expedita con las comunidades que enlaza y con la RN 7E (ruta del Polochic), lo cual permitirá un mejor acceso de los bienes y servicios hacia el municipio de Senahú, mejoras para la extracción de la producción agrícola de productos como el café y cardamomo, así como ahorros de tiempo en el tránsito de vehículos y menor deterioro de los mismos.

2.3. Descripción técnica del proyecto

Previo a desarrollar este capítulo es importante indicar que el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (E_s,EIA), se refiere a un proyecto específico, y definido en sus particulares componentes, tales como: diseño, tipo de obra, materiales a usar, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnología utilizada, insumos, entre otros.

Lo anterior no fue lo que sucedió con el proyecto en estudio, ya que se dieron diferencias en relación a la sección típica con la cual se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental presentado por la Dirección General de Caminos y la sección típica con la que finalmente se ejecutó; se dieron cambios en los materiales y procedimientos constructivos; lo cual trae como consecuencia cambios en los impactos ambientales provocados por la ejecución del proyecto con consecuencias nefastas en la fase operativa.

A continuación, en la tabla I, se presenta una comparación de los impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental preparado por la Dirección

General de Caminos y los impactos ambientales identificados en el diagnóstico ambiental.

Tabla I. **Comparación del estudio de impacto ambiental (EIA) de la DGC y el diagnóstico ambiental elaborado (DA)**

Descripción	Estudio de impacto ambiental DGC	DA
Componente hidrológico	Aumento de la demanda de agua, lixiviación de contaminantes y descarga de aguas residuales, por surgimiento de nuevas urbanizaciones.	Aumento de partículas en suspensión en el agua, así como azolvamiento de corrientes de agua por inadecuada disposición de material de corte.
Sistema suelo	El drenaje natural será alterado en las áreas de campamento, planta de trituración y de asfalto, sitios de disposición de sólidos.	Exposición del suelo a erosión provocada por cortes y su impermeabilización por la pavimentación.
Sistema biológico (flora y fauna)	Indica que el área del proyecto cuenta con diversidad de especies y que serán impactados por las actividades, esto se agravaría al permitir nuevos núcleos humanos a orillas de la carretera.	Indica que este componente se vería afectado por cortes para ensanchar la carretera, por cambios de alineamiento y por disposición de material de corte.

Continuación de la Tabla I.

<p>Paisaje</p>	<p>Identifica impactos por explotación de bancos de materiales, instalación de la logística de la constructora, disposición final de desechos sólidos, colocación de la carpeta de rodadura.</p>	<p>Identifica el impacto provocado por los cortes a lo largo de la carretera.</p>
<p>Medio socioeconómico</p>	<p>Indica como impacto el surgimiento de nuevos núcleos humanos.</p>	<p>Indica respecto a los constantes derrumbes que podrían producirse en la carretera los cuales traen consecuencias negativas a los usuarios.</p>

Fuente: elaboración propia, con base en el Estudio de Impacto Ambiental preparado por la DGC y recorrido de campo en octubre de 2013 para elaboración del DA.

Como conclusión general a lo indicado en la tabla I, luego de una comparación exhaustiva entre los impactos identificados en el EIA y el DA, vale la pena indicar que el EIA no puntualizó en ciertos aspectos que han sucedido en el tramo carretero; por ejemplo, en el EIA se identificó solo un punto crítico de deslizamiento; en tanto que durante el recorrido realizado durante la ejecución del diagnóstico ambiental se identificaron más de 20 puntos naturales susceptibles a deslizamiento y por lo tanto, no se propusieron medidas de mitigación adecuadas.

La situación antes mencionada provoca en la actualidad impactos a la flora, suelo, agua, debido a que el material producto de derrumbes, se está ubicando en botaderos sin ningún control, lo cual causa que el material llegue a corrientes de agua, áreas cultivadas y suelos con potencial agrícola.

Lo anterior motivó la realización del diagnóstico ambiental, en el cual se ven reflejadas las medidas de mitigación que deben aplicarse con el fin de contribuir a la sostenibilidad del proyecto

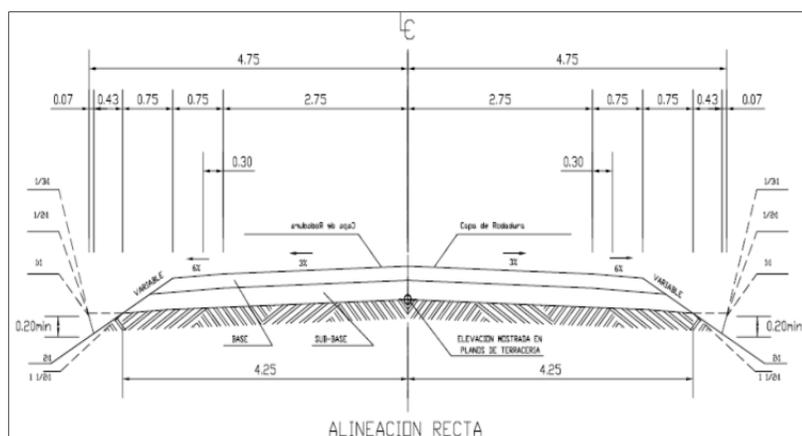
2.3.1. Diseño de la sección típica

La sección típica es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes componentes de una carretera. Debido a que el diseño de esta sección incide en la generación de impactos ambientales, aquí se analiza la sección típica propuesta en primera instancia por la DGC y la que finalmente se ejecutó.

- Sección típica analizada en el Estudio de Impacto Ambiental: el proyecto que se analizó para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental preparado por la DGC, consistió en rehabilitar y mejorar la sección típica actual, a una sección típica D, con superficie de rodadura de concreto asfáltico, ancho de calzada de 6,00 metros, ancho de hombros 0,70 metros de cada lado, ancho de terracería en corte de 11,00 metros y en relleno de 10,00 metros, ancho de derecho de vía 25,00 metros, en una longitud 26 kilómetros.
- Sección típica ejecutada: los trabajos que finalmente se ejecutaron, consistieron en el mejoramiento y pavimentación del tramo, con una

longitud de 21,56 km. de longitud, se realizaron los cambios de línea requeridos en el diseño geométrico de la carretera, aplicando la sección típica E modificada (figura 2), con dos carriles de 3,00 metros cada uno y un ancho de hombro terrado de un solo lado de 1,00 metro y cuneta de concreto hidráulico simple tipo L, de 0,60 metros de ancho como máximo y 0,10 metros de espesor. Además, se mejoró y amplió el sistema general de drenajes, así mismo se construyó un puente sobre el Río Candelaria.

Figura 2. Sección típica E



Fuente: Departamento Técnico de Ingeniería, Dirección General de Caminos.

2.3.2. Diseño del pavimento

El pavimento consistió en la recuperación de la geometría de la subrasante en los sectores con asentamientos, el saneamiento de baches en la superficie, el refuerzo de los hombros, estabilización de la subrasante con cemento y enzimas y una capa de concreto hidráulico de 0,16 metros de espesor como capa de rodadura.

3. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL Y TÉCNICO

La descripción del marco legal y técnico, permite conocer, tanto la normativa legal vigente, así como la normativa técnica aplicable al proyecto, con la finalidad de que este se enmarque dentro de las mismas.

3.1. Marco legal

En este sentido cabe mencionar que en la normativa legal es el Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, la norma que rige lo relacionado a gestión ambiental de los proyectos.

3.1.1. Constitución Política de la República de Guatemala y sus reformas, Acuerdo Legislativo 18-93

La Constitución Política de la República de Guatemala, como la ley fundamental de nuestro ordenamiento jurídico, en el Capítulo segundo, sección séptima de la Salud, Seguridad y Asistencia Social, Artículo 97 se refiere al medio ambiente y equilibrio ecológico.

Aquí se indica que el estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

3.1.2. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86

El Artículo 1 de dicha ley dice textualmente: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente”.

El Artículo 8, dice literalmente: “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueden producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales”.

“El funcionario que omita al exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho Estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa aproximadamente de Q 5 000,00 a Q 10 000,00. En el caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado, en tanto no cumpla”.

Con el Decreto 90-2000, se crea el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- y en el artículo 29 indica que “a este Ministerio le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y

hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural”.

Finalmente se indica que a partir de la vigencia del presente decreto, en toda disposición legal y administrativa que se refiera a la Comisión Nacional del Medio Ambiente y a la Secretaría del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de la Presidencia de la República, debe entenderse que se refiere al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

3.1.3. Código Municipal, Decreto 12-2002

El Artículo 35, en su literal “y”, establece la promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio.

El Artículo 36, numeral 4, establece las comisiones obligatorias del Concejo Municipal, crea en la literal cuatro (4) la siguiente comisión: fomento económico, turismo, ambiente y recursos naturales. Es competencia del Consejo Municipal, la promoción y protección de los recursos renovables y no renovables de su jurisdicción municipal y existe en las corporaciones municipales del país, una comisión que soporta la responsabilidad de la actividad medioambiental del municipio.

El Artículo 58 literal f, establece las atribuciones de los Alcaldes Comunitarios o Alcaldes Auxiliares de esta manera: deben velar por la conservación, protección y desarrollo de los recursos naturales de su circunscripción territorial.

El Artículo 68, literal i, que trata de las competencias propias del municipio, en su inciso I, establece como una competencia: la promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio y el Artículo 77 señala en su literal c, como una causa de la revocación de concesión de servicios públicos municipales, lo siguiente: por incumplimiento de disposiciones de carácter general o local, relativas a la salud e higiene públicas y protección del medio ambiente.

Se establece pues que la promoción y conservación de los recursos naturales, el medioambiente y la gestión ambiental son integrantes del Código Municipal.

3.1.4. Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89

Esta ley se decreta con base en el Artículo 64 de la Constitución Política de la República de Guatemala, que dice: “Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables”.

El Artículo 2, crea El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. (SIGAP), integrado por las áreas protegidas y entidades que las administran, cuya organización y características establece esta Ley, a fin de lograr los objetivos de la misma en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país, particularmente de la flora y fauna silvestre.

El Artículo 21 indica lo relativo al impacto ambiental de rutas. “Cuando por cualquier razón las áreas protegidas tengan o deba construirseles caminos, ya

sea para el transporte interno del área protegida o para transporte de uso general, estos deben ser construidos solamente si se logra un estudio de impacto ambiental favorable, presentado por el ente o empresa interesada en la construcción y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y por CONAP”.

“Cuando la construcción sea realizada por un concesionario, este será el responsable de su construcción, modificaciones y mantenimiento por, al menos el tiempo que dure la concesión, salvo si en el contrato se especifica lo contrario. En el caso de las áreas públicas, las rutas serán construidas y mantenidas por el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas”.

3.1.5. Ley Forestal, Decreto 101-96

El Artículo 1, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- “Reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento del uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima”;
- “Promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque, para proveer al país de los productos forestales que requiera”;

El Artículo 34 prohíbe el corte de árboles de aquellas especies protegidas y en vías de extinción contenidas en listados nacionales establecidos y los que

se establezcan conjuntamente por el INAB y el CONAP, y aquellos que de acuerdo con los Convenios Internacionales que Guatemala haya ratificado en dicha materia, así como los árboles que constituyan genotipos superiores identificados por el Instituto. El INAB brindará protección a estas especies y estimulará su conservación y reproducción.

Se exceptúan de esta prohibición los árboles provenientes de bosques plantados y registrados en el INAB.

Artículo 66. “Obligaciones en la explotación de recursos naturales no renovables. Las personas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables o las que hagan obras de infraestructura en áreas con bosque, están obligadas a reforestar las áreas que utilicen conforme se elimine la cubierta arbórea y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de cuatro años, lo que deberá estipularse en la concesión, licencia o contrato o cualquier otro negocio jurídico vinculado a la explotación o las obras de que se trate, incluyendo una fianza específica de cumplimiento”.

“Si las condiciones del terreno fueren adversas al establecimiento real del nuevo bosque, la reforestación se hará en área de igual extensión, localizada en la jurisdicción del mismo municipio o departamento, como segunda opción”.

3.1.6. Normativa sobre la Política Marco de Gestión Ambiental, Acuerdo Gubernativo 791-2003

Artículo 1 Materia. “Este acuerdo tiene por objeto fijar la Política Marco de Gestión Ambiental, y constituirá el marco de referencia en el ámbito nacional, al servicio del Estado para orientar planes, programas y proyectos vinculados a mantener la calidad ambiental y la sostenibilidad de la biodiversidad y los

recursos naturales, a través de la dinámica de cambio gradual; la generación de consensos; y la participación e inclusión en los procesos de gestión ambiental, para que la sociedad guatemalteca haga uso de los recursos naturales bajo un enfoque de desarrollo sostenible”.

Artículo 3. Fines. “La Política Marco a la que se refiere este acuerdo tiene como finalidad promover acciones para mejorar la calidad ambiental y la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras”.

Artículo 4. Áreas de la Política Marco de Gestión Ambiental. La Política Marco se subdivide en dos grandes áreas de políticas:

- Área de Gestión de la Calidad Ambiental
- Área de Manejo Sostenible del Patrimonio Natural

3.1.7. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo 431-2007

El Artículo 1, indica el contenido y objetivos. “El presente reglamento contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para propiciar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, mediante el uso de instrumentos que facilitan la evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades, obras, industrias o proyectos que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país; lo que facilitará la determinación de las

características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales”.

En tanto que el Artículo 4, establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, en adelante “Sistema”, como “el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional”.

Artículo 12. Instrumentos de Evaluación Ambiental. “Son considerados instrumentos de Evaluación Ambiental, los siguientes”:

- Evaluación Ambiental Estratégica
- Evaluación Ambiental Inicial y Autoevaluación Ambiental
- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
- Evaluación de riesgo Ambiental
- Evaluación de Impacto Social
- Diagnóstico ambiental
- Evaluación de Efectos Acumulativos

Artículo 18. Diagnóstico Ambiental. “Es el instrumento de evaluación ambiental que se efectúa en un proyecto, obra, industria o actividad existente y por ende, los impactos son determinados mediante sistemas de evaluación basados en muestreos y mediciones directas o bien por el uso de sistemas analógicos de comparación con eventos o entidades similares. Su objetivo es determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos”.

Artículo 37. Obligación de presentar Diagnóstico Ambiental. “El MARN, con base en sus facultades contenidas en la ley, podrá a través de sus Delegaciones y la –DIGARN-, exigir la presentación de Diagnóstico Ambiental a proyectos, obras, industrias o actividades ya existentes que no cuenten con la aprobación respectiva por parte del –MARN-“.

3.2. Marco técnico

En este aspecto, se describen las normas de carácter técnico que rigen para la construcción y mejoramiento de infraestructura vial, siendo las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la DGC, la normativa macro.

3.2.1. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, Dirección General de Caminos, 2001*

Las *Especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes*, es el compendio que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los contratistas, para sus obras.

Tratándose de normas generales, su aplicación no debe hacerse indistintamente para una carretera de primera que para un camino de penetración. Para cada proyecto deben diseñarse las disposiciones especiales que para este prevalezcan, describiendo además las características especiales de la obra.

Los planos cuidadosamente elaborados para cada obra, las disposiciones especiales diseñadas especialmente para cada obra y las especificaciones

generales de construcción de carreteras y puentes, son un conjunto de documentos que se complementan entre sí.

Las especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes, (Libro Azul) se encuentran estructuradas en 11 divisiones, siendo la División 800 Aspectos Ambientales, la que contempla de manera más específica el tema ambiental.

División 800. Aspectos ambientales: “La Dirección General de Caminos deberá contar con el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental –EIA– ya aprobado, que contenga las medidas de mitigación, para aquellas actividades que por sus características, puedan causar deterioro del ambiente y a los recursos naturales y culturales, antes de la ejecución de una obra. El Contratista es responsable durante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la red vial, de cumplir con las leyes y demás disposiciones referentes al medio ambiente y afines como lo establece la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”.

Por esta razón se decidió crear la división 800 de estas especificaciones generales, particularmente dedicada a tratar temas ambientales relacionados con el control de la erosión, la revegetación y la reforestación.

En otras divisiones de las especificaciones generales se tratan los aspectos ambientales relacionados con los siguientes temas: campamentos, limpieza final del derecho de vía, operaciones en bancos de materiales, equipo, disposiciones sanitarias, seguridad del personal, protección del medio ambiente, protección de bosques, protección de fuentes de agua, protección de zonas de amortiguamiento, protección de sitios y vestigios arqueológicos e históricos, protección y restauración del paisaje, plan de seguridad, control del

tránsito y mantenimiento, barricadas, avisos de precaución y maquinaria, operaciones nocturnas, retiro de monumentos históricos, limpieza, chapeo y destronque, desperdicio (botaderos), paliativos del polvo, plantas de asfalto.

La División 800, se subdivide en 7 secciones, a saber:

- Sección 801 Control de erosión
- Sección 802 Capa vegetal
- Sección 803 Siembra de césped
- Sección 804 Plantas, árboles, arbustos y enredaderas
- Sección 805 Césped
- Sección 806 Vástagos de grama
- Sección 807 Esteras para el control de la erosión, tejido de primera torsión y sistemas celulares de confinamiento.

3.2.2. *Manual centroamericano de normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, SIECA, 2002*

El *Manual centroamericano de normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras*, se basa en el análisis de los aspectos institucionales y legales, relacionados con las unidades de gestión ambiental dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica.

- Objetivos del manual: los objetivos del Manual de SIECA se utilizan únicamente para proyectos de infraestructura vial realizados en Centro América y se dividen en:

- General
 - ✓ “El objetivo general del manual centroamericano de normas ambientales es fortalecer los aspectos normativos ambientales de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional, por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica”.

- Específicos
 - ✓ “Servir como instrumento normalizador de la práctica de la ingeniería y diseño ambiental, construcción, operación y mantenimiento de carreteras, con conceptos de buena ingeniería, tomando en cuenta las obras ambientales necesarias y las tendencias tecnológicas en este campo”.

 - ✓ “Establecer normas suficientemente claras y específicas para orientar a los actores de una manera reglamentada, para el desarrollo de las actividades relacionadas directa e indirectamente con los proyectos viales, durante las etapas de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento”.

 - ✓ “Contribuir a prevenir, mitigar, corregir, y/o compensar los impactos ambientales negativos y realzar los positivos, ocasionados por las actividades inherentes a las obras viales, así como aquellos ocasionados por el ambiente y los desastres naturales”.

- ✓ “Propiciar que durante la planificación y el diseño de obras viales pueda cuantificarse tanto económica y financieramente el costo-beneficio de la implementación de estas normas”.
- ✓ “Lograr que para cada etapa del ciclo de los proyectos, se apliquen las normas ambientales que optimicen las inversiones y la operación y mantenimiento de las obras viales”.
- ✓ “Estandarizar las Normas Técnicas Ambientales para todos los países de la región centroamericana”.

3.2.3. Ley de Contrataciones del Estado, Decreto 57-92

Artículo 1 Objeto. “La compra, venta y contratación de bienes, suministros, obras y servicios que requieran los organismos del Estado, sus entidades descentralizadas y autónomas, unidades ejecutoras, las municipalidades y las empresas públicas estatales o municipales, se sujetan a la presente ley y su reglamento. Queda a salvo lo dispuesto en convenios y tratados internacionales de los que Guatemala sea parte”.

“Las donaciones que a favor del Estado, sus dependencias, instituciones o municipalidades hagan personas, entidades, asociaciones u otros Estados o Gobiernos extranjeros, se regirán únicamente por lo convenido entre las partes. Pero si tales entidades o dependencias tienen que hacer alguna aportación, a excepción de las municipalidades, previamente oirán al Ministerio de Finanzas Públicas”.

Artículo 20. Especificaciones generales, técnicas, disposiciones especiales y planos de construcción.

“La autoridad superior velará porque las especificaciones generales, técnicas, disposiciones especiales o planos de construcción, sean congruentes o se ajusten al contenido de las bases y con las necesidades que motiven la contratación. En el reglamento de esta ley se determinará todo lo relativo a esta materia”.

“La entidad licitante o contratante no deberá fijar especificaciones técnicas o disposiciones especiales que requieran o hagan referencia a determinadas marcas, nombres comerciales, patentes, diseños, tipos, orígenes específicos, productores o proveedores, salvo que no exista otra manera suficientemente precisa y comprensible para describir los requisitos de la licitación o contratación, y siempre que en tales casos, se incluyan en las especificaciones, requisitos y documentos de licitación o contratación, expresiones como: o equivalente, o semejante, o similar, o análogo”.

El título V, capítulo único de la ley de contrataciones del estado, hace referencia a las fianzas que deben constituir los contratistas a favor del ente contratante, siendo estas las siguientes: Fianza de sostenimiento de oferta; fianza de cumplimiento; fianza de anticipo; fianza de conservación de obra y fianza de saldos deudores.

Asimismo, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como garantía de cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos por el proponente del proyecto, previo a que la resolución de aprobación del instrumento de evaluación ambiental cobre vigencia y se otorgue la correspondiente licencia ambiental, el proponente constituirá a favor del –MARN-, una fianza de cumplimiento, la cual deberá estar vigente durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.

4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO, BIÓTICO Y SOCIECONÓMICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Se describe la caracterización ambiental del área de influencia en sus aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos, debido a que sobre esos componentes se presentan tanto los impactos positivos como los negativos que provoca el mejoramiento de la carretera.

4.1. Descripción del ambiente físico

En el ambiente físico se describen aspectos geológicos, climáticos, suelos, hidrológicos y de amenazas naturales, debido a que estos componentes del medio son afectados por el desarrollo del proyecto o en sentido contrario dichos aspectos provocan daños sobre la infraestructura construida.

4.1.1. Geología

De acuerdo al mapa geológico de la república de Guatemala, escala 1:500 000, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional –IGN-, las unidades geológicas presentes en el área son las identificadas como:

Pc = Pérmico formación Chocal

CPsr = Carbonífero pérmico, grupo Santa Rosa (lutitas, arenisca, conglomerados y filitas) incluye formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tactic y Macal.

Kts = Cretácico terciario, Formación Sepur, Campaniano-Eoceno, predominantemente sedimentos clásticos.

Jkts = Jurásico cretácico, Formación Todos Santos, Jurásico Superior-Neocomiano, capas rojas.

Ksd = Cretácico, rocas de carbonato Neocomiano-Campiano, incluye formaciones Cobán, Ixcoy y Campur.

Qa = Aluviones cuaternarios

4.1.2. Geomorfología

El área del proyecto se ubica en la región fisiográfica denominada tierras altas sedimentarias, dentro del gran paisaje montañas de Tactic, Tukurú y Senahú.

Dentro de esta unidad fisiográfica hay gran variedad de formas de la tierra, entre las cuales puede mencionarse la sección compleja localizada al norte de la Sierra de Chamá, cuyos pliegues, fallas y procesos erosivos hay creado un paisaje de colinas paralelas, topografía cáustica, anticlinales y sinclinales sumergidos. El área alrededor de Senahú muestra ejemplos clásicos de sumideros, conocidos localmente como siguanes, así como cavernas de piedra caliza.

4.1.3. Suelos

Los suelos del municipio se desarrollan sobre relieves ondulados a muy quebrados, lo cual es resultado de las pendientes formadas por las laderas de

las montañas. Según la clasificación agrológica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el municipio posee 1 643 hectáreas de clase IV; 9 733 hectáreas de clase VI; 53 998 de la clase VII y 5 319 de clase VII para un total de 70 692 hectáreas que comprende el municipio. De acuerdo a la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto, el suelo del municipio, pertenece a las series de suelos Tamahú y Telemán.

4.1.4. Clima

Según el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, el municipio está compuesto por el clima templado frío, con una temperatura media de 24,5° C; temperatura máxima 29° C; temperatura mínima 20° C.

El clima está caracterizado en las regiones interiores del municipio, los meses más cálidos son marzo y abril, mientras que los meses más lluviosos son de junio a septiembre. La precipitación pluvial oscila entre 1 250 mm y 2 500 mm al año y en eventos extremos alcanza hasta los 4 000 mm anuales. Con relación a la altitud, el lugar el nivel del mar se encuentra entre los 800 m y 3 000 m sobre el nivel del mar, asimismo presenta una velocidad de viento de 23 km/hora y una humedad relativa de 89 %.

4.1.5. Hidrología

El municipio se encuentra en la parte alta de la vertiente de la cuenca del río Polochic y parte baja de la cuenca del río Cahabón, dichos ríos circundan al municipio, al sur y norte respectivamente, drenan ambos en dirección oeste-este y desembocan en el lago de Izabal.

Entre los principales ríos se encuentran: Setzimaj, Boca Nueva, Sepacuite, Candelaria, San Francisco, Arenal, Yalijux, Chavacal, Choloma y Managua.

4.1.6. Amenazas naturales

Según las características geomorfológicas y geológicas del municipio se establece que las principales amenazas que presenta el territorio de Senahú son los deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos, inundaciones y crecida de ríos, las cuales se encuentran clasificadas dentro de las amenazas naturales, también se presentan incendios forestales, deforestación, contaminación de los ríos por medio de desechos sólidos y líquidos, las cuales se encuentran clasificadas como amenazas socio naturales.

Históricamente el municipio ha sido afectado por deslizamientos y flujos de detritos, que han traído pérdidas en cuanto a la infraestructura, medios de producción y, lo más lamentable, pérdida de vidas humanas.

En 1976 durante el mes de mayo ocurrió un deslizamiento en los alrededores de la capilla de El Calvario, donde fallecieron 6 personas, como consecuencia de las constantes lluvias en la cabecera municipal, lo cual saturó el suelo de agua y este perdió su estabilidad, aunado a las vulnerabilidades de las familias y población ubicadas en áreas de alto riesgo.

El 30 de mayo del 2000 en el mismo lugar se dieron simultáneamente alrededor de 9 deslizamientos que provocaron la muerte de 13 personas (7 personas del barrio Las Gallinas y 8 en el barrio El Calvario), la destrucción de varias viviendas y medios de producción. Como consecuencia de este desastre se realizó un proceso de reconstrucción donde se edificaron alrededor de 200 viviendas en el lugar conocido como colonia 30 de Mayo, donde se esperaba

que las familias que habitan los sectores del barrio El Calvario, Sequilá I y Las Gallinas se trasladaran permanentemente.

Cinco años más tarde se repitió la tragedia, el 15 de junio de 2005 se volvió a activar el flujo por las copiosas lluvias dejando como resultado 22 personas fallecidas (13 fallecidos en el barrio El Calvario y 9 en el barrio Las Gallinas) entre hombres, mujeres y niños. Cabe mencionar que las familias se volvieron a ubicar en la zona de desastre sin que ninguna autoridad hiciera nada al respecto, por ello hubo tal grado de afectación.

A partir de los deslizamientos y flujos de detritus que han afectado al municipio, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres - CONRED- por medio de la delegación Departamental de Alta Verapaz que pertenece a la Región IV del sistema CONRED, se han dado a la tarea de preparar, capacitar y fortalecer sus estructuras tales como la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres -COMRED- y Coordinadoras Locales para la Reducción de Desastres -COLRED-, realizando dentro de sus primeras tareas el levantamiento de información a nivel municipal estableciendo cantidad de familias en riesgo, población estimada por comunidad y por ende los lugares poblados.

4.2. Descripción del ambiente biótico

El conocimiento de la flora, fauna y la existencia de áreas protegidas, permite determinar el grado de daño que puedan sufrir debido al mejoramiento de la carretera y de esta manera considerar las medidas de mitigación para la protección de estos componentes.

4.2.1. Flora

Entre las especies de flora, sobresalen: cedrillo -Brunellia sp.-, guarumo -Cecropia peltata-, mecate -Heliocarpus mexicanus-, cuje -Inga sp.-, aguacatillo -Persea sp.-, encino -Quercus sp.-, zapotillo -Clethra sp.-, palo de sombra o sombrilla -Gunnera sp.-, coj -Quararibea funebris-, tulche -Pseudolmedia sp.-, gallito -Tillandsia sp.-, helecho -Cyathea sp.-, pacaya -Chamaedorea sp.-, variedad de orquídeas, entre otra gran cantidad de especies.

4.2.2. Zona de vida

Según la clasificación de Holdridge, el municipio se localiza en las siguientes zonas de vida:

Bosque pluvial subtropical (bp-S): su precipitación pluvial varía de 4 410 a 6 577 mm, con biotemperatura entre 16° y 24°C y una evapotranspiración potencial promedio de 1,05°C. Según información obtenida con las autoridades municipales este bosque cuenta con aproximadamente 215 km² de extensión, lo que representa un 64 % del total del territorio del municipio.

Bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB): su precipitación pluvial sobrepasa los 4 100 mm, su biotemperatura oscila alrededor de los 19°C y evapotranspiración potencial promedio de 0,25.

Según información obtenida con las autoridades municipales este bosque cuenta con aproximadamente 103 km² de extensión, lo que representa un 30 % del territorio total del municipio.

4.2.3. Fauna

La fauna del municipio es variada, entre las especies de mamíferos, se mencionan las siguientes: tigrillo -Leopardos wiedii-, pizote -Nasua larica-, cotuza -Dasyprocta pondacta-, cabrito de monte -Mazama americana-, mapache -Procyon lotor-, armadillo -Dasyopus novemcinctus-, tepezcuintle -Cuniculus paca-, coche de monte -Tayassu pecari-, tacuazin -Didelphys marsupialis-, venado de cola blanca -Odocoileus virginianus-, ardilla -Sciurus sp.-, puerco espin -Coendou mexicanus-.

Entre las especies de aves, se mencionan las siguientes: quetzal -Pharomacrus mocinno-, zopilote -Coragyps atratus-, carpintero -Centurus aurifrons-, loro de montaña -Amazona autumnalts-, lechuza -Ciccaba nigrolineata-, tortolita azul -Claravis pretiosa-, gavilan -Buteo magnirostris-, chacha -Ortalis vetula-, paloma -Columba sp.-.

4.2.4. Áreas protegidas y ecosistemas frágiles

De acuerdo al mapa de áreas protegidas de la República de Guatemala, preparado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, el área específica donde se ejecutó el proyecto no se encuentra dentro de ningún área protegida ni ecosistema frágil; sí es de mencionar que al sur del municipio de Senahú se ubica el área protegida Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas y al norte El Monumento Natural Semuc Champey.

4.3. Descripción del ambiente socioeconómico

La descripción del ambiente socioeconómico inicia con una breve monografía del área de estudio; así mismo se tomó en consideración las

características de la población y los servicios existentes; debido que el proyecto impacta de manera benéfica o adversa estos componentes.

4.3.1. Breve monografía del municipio de Senahú

El municipio de Senahú se encuentra localizado al sureste del departamento de Alta Verapaz, dista de la cabecera departamental de 137 kilómetros y de la ciudad capital de 290 kilómetros, colindando a norte con el municipio de Santa María Cahabón, al sur con el municipio de Santa Catalina La Tinta, al este con el municipio de Panzós y al oeste con el municipio de San Pedro Carchá, San Agustín Lanquín y San Miguel Tucurú, todos del departamento de Alta Verapaz.

La división político-administrativa del municipio está conformada por un pueblo que es la cabecera municipal, 9 barrios, 13 parcelamientos, 57 comunidades, 38 fincas, 60 caseríos y 13 cooperativas, lo que hace un total de 191 lugares poblados.

Su extensión territorial es de 336 kilómetros cuadrados, que representa el 3,87 % de extensión departamental, se encuentra a 3 715 pies de altura sobre el nivel del mar.

En el año de 1869 el municipio de Senahú era una aldea y jurisdiccionalmente dependía de Salamá. Por iniciativa de sus habitantes, producto del descontento de su dependencia, iniciaron las gestiones que se concretizaron con la fundación del municipio el 27 de julio de 1869 el cual fue suscrito por el corregidor departamental de La Verapaz. En ella se legitimó y legalizó la elección y nombramiento de los 60 miembros indígenas quienes

ejergerían los principales cargos de la nueva administración del municipio, quedando electo el primer alcalde municipal señor Sebastián Choc.

Inicialmente, cuando era aldea se le bautizó con el nombre de *Sechmail*, que traducido del qeqchi' al español significa lugar de los güisquiles. Conforme el tiempo pasó, las nuevas personalidades que tenían a cargo la administración del lugar decidieron el cambio de nombre bautizándole como Nahuc, esto como consecuencia de que el río que pasa por el pueblo que era utilizado por las mujeres para ir a lavar ropa, tenía en toda su rivera ciertos árboles de los cuales utilizaban las hojas como jabón ya que producía espuma y era muy buen producto.

Finalmente los mismos habitantes solicitaron a las autoridades en reunión general el cambio de nombre y le denominaron San Antonio Senahú, el cual obedece al patrono católico de dicha localidad, encontrándose vigente a la fecha.

En cuanto a las celebraciones festivas más relevantes del municipio están del 9 al 13 de junio la feria Patronal en honor a su patrono San Antonio, también la afluencia de senahutecos que por motivos laborales han emigrado a distintos municipios, llegan para las fiestas de Semana Santa. El 8 de diciembre se celebra el día de la Virgen de Concepción.

4.3.2. Características de la población

Según proyecciones de población con base en el Censo Poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística, para el año 2002 y con una tasa de crecimiento promedio de 2,60 %, se tiene que la población total del municipio de Senahú para el año 2013 es de 72 241 habitantes.

Para el año 2013, en el municipio de Senahú, la población femenina asciende a 27 016 y la masculina a 27 455, lo anterior indica que 50,40 % son hombres y 49,60 % son mujeres.

En relación a la población por grupos de edad, en el municipio de Senahú; los datos revelan que la población es joven, pues los mayores de 60 años llegan a 4,89 %, en tanto que la población de menor edad representa el 95,11 %. La población por rango de edad en el municipio de Senahú se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Población por rango de edad**

Municipio	Total	0-6	7-14	15-17	18-59	60-64	65 a más
Senahú	72 241	18 803	15 818	4 914	29 173	1 062	2 471
Total	72 241	18 803	15 818	4 914	29 173	1 062	2 471

Fuente: elaboración propia, con base en proyecciones al 2013 del XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, INE 2002.

En el municipio de Senahú en el año 2013, la población urbana es de 5 780 (8 %), mientras que la población rural es de 66 462 (92 %) respectivamente.

La población por grupo étnico para el año 2013 en el municipio de Senahú, es de 71 207 indígenas y 1 034 no indígenas (mayoritariamente de la etnia maya-q'eqchi), equivalente al 98,57 % y 1,43 % respectivamente.

Para el año 2013 la población económicamente activa en el municipio de Senahú, asciende a 16 696, de esta 14 575 son hombres y 2 121 son mujeres. Siendo las principales ocupaciones, trabajadores no calificados y la agricultura.

El municipio de Senahú está considerado dentro de los 125 municipios con mayor índice de la pobreza y pobreza extrema a nivel nacional, según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística -INE- y ocupa el quinto puesto dentro del departamento como el más pobre, siendo el índice de pobreza general para el municipio de 85,6 % y una pobreza extrema de 34,7 %.

Cabe resaltar que la disparidad entre la pobreza extrema en el área urbana y el área rural es de 12,64 % y 87,36 % respectivamente, lo cual evidencia la falta de atención que existe en el área rural del municipio, especialmente con respecto a las fuentes de empleo, acceso a la tierra para labranza y oportunidades educativas que permitan mejorar a mediano y largo plazo la calidad de vida de sus habitantes.

4.3.3. Servicios básicos

Se describen los servicios de salud, educación, saneamiento ambiental, telecomunicaciones, vías de comunicación y energía.

- Salud: cuenta con un centro de salud tipo A, el cual se encuentra ubicado en la cabecera municipal, atendiendo a la población de dicho sector y comunidades aledañas. Cuando los casos de enfermedad y/o emergencia sobrepasan la capacidad de respuesta son trasladados hacia el hospital de La Tinta, el cual se encuentra ubicado aproximadamente a 45 kilómetros de la cabecera municipal, o bien al hospital Regional de Alta Verapaz, ubicado en la cabecera departamental de Cobán. La cobertura

del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS- ha tenido una reciente presencia en el municipio, cubriendo exclusivamente a sus afiliados.

- Educación: El municipio de Senahú, cuenta con servicios educativos en los diferentes niveles pre-primario, primario y nivel medio, que incluye nivel básico y diversificado desde el año 1998 inició con la carrera de Magisterio Bilingüe. En el nivel preprimario solo existen dos centros de educación nacionales en el área urbana. En el área rural para el nivel existen 9 escuelas. En el nivel primario se cuenta con 9 centros educativos, uno ubicado en la cabecera municipal y los 8 restantes distribuidos en el interior del municipio.

Respecto al nivel básico, el municipio cuenta con 5 establecimientos que brindan educación a nivel básico, dos de ellos están ubicados en la cabecera municipal, uno de ellos es por cooperativa y otro es de la modalidad de telesecundaria; los restantes 3 están ubicados en las 21 microrregiones de mayor afluencia estudiantil.

Con respecto al nivel diversificado, el municipio cuenta con un instituto privado de magisterio bilingüe cuya cobertura se concentra en el área urbana, lo cual provoca la casi nula asistencia de los educandos del área rural hacia dicho centro de formación.

En cuanto a la educación universitaria, no hay presencia en el municipio, propiciando la migración de la población pudiente hacia la cabecera departamental.

- Agua: cuenta con un elevado potencial hídrico ya que cuenta con una vasta cantidad de ríos y afluentes muy caudalosos los cuales están distribuidos en todo el municipio, sin embargo, según el Censo de población y habitación realizado por el INE en el año 2002, demuestra que el municipio contaba con un total de 10 265 viviendas de las cuales únicamente 5 619 viviendas cuentan con servicio de agua entubada, representando el 54,74 % de las viviendas del municipio; la situación actual no ha variado ya que a pesar de la vasta red hídrica, se tiene el inconveniente de no contar con los fondos necesarios para generar proyectos de captación y distribución de agua entubada hacia las comunidades y viviendas del municipio, llegando a tener una cobertura actual de entre 60,00 y 65,00 %.
- Vivienda: con base en el censo del INE, el municipio tiene un total de 10 265 viviendas, de las cuales 9 251 se encuentran catalogadas como formales, 729 como ranchos y las restantes se encuentran distribuidas entre casas improvisadas, apartamentos, etc.

En su mayoría están construidas con paredes de madera, piso de tierra y techo de lámina de zinc. Cabe mencionar que la categoría de viviendas formales hace referencia únicamente a la cantidad de espacios físicos que cuenta la vivienda, no al tipo de material con que está construida la misma.

- Red de drenajes: la red de drenajes cubre solamente la parte de la cabecera municipal, cuya descarga se da en aguas del río Polochic. Esta red no recibe ningún tipo de tratamiento, lo que provoca la consecuente contaminación del río en mención, afectando a los habitantes de las comunidades que se encuentran río abajo.

El 89,74 % de las viviendas utilizan la letrina o pozo ciego, esto sucede mayormente en el área rural. La cantidad de uso de inodoros corresponde casi exclusivamente al área urbana, los cuales están conectados a la red de drenaje municipal, estableciéndose un 10,26 % de las viviendas cuenta con dicho servicio.

- Telecomunicaciones: la cobertura del servicio de telefonía fija para el municipio asciende a 258 por cada 1 000 habitantes, lo cual es insuficiente, dicho servicio representa el 0,40 % de líneas telefónicas fijas por cada 1 000 habitantes; cabe hacer mención que el servicio de las empresas de telefonía móvil tienen cobertura en casi todo el municipio.
- Vías de acceso y medios de transporte: las vías de acceso del municipio están conformadas en un 97,00 % de caminos de terracería, ubicados en el área rural y en un 3,00 % de caminos de adoquín, localizados en la cabecera municipal.

Los caminos de terracería no cuentan con infraestructura adecuada, son transitables con vehículos de doble tracción en época seca y en invierno se vuelven inaccesibles, excepto a pie. Recientemente se inauguró la carretera de acceso hacia la cabecera municipal, la cual cuenta con pavimento hidráulico con una longitud de 26 km.

El municipio cuenta con medios de transporte variado, principalmente se cuenta con servicio de carga, picoperos que realizan viajes hacia sectores del área rural y microbuses que se trasladan a los municipios aledaños y hacia la cabecera departamental.

- Energía eléctrica: según el IX Censo de Población y VI de Habitación realizado en el 2002, únicamente el 10,52 % contaba con servicio de energía eléctrica (1 080 viviendas), ubicadas principalmente en el área urbana.

Debido a la poca cobertura que se tiene en el municipio, se ha buscado alternativas que permitan a las familias ubicadas en el área rural contar con energía eléctrica, siendo el panel solar otra fuente de generación de energía estableciendo que únicamente el 0,39 % utiliza los paneles solares. Una de las fuentes de iluminación más utilizada en las comunidades es el gas corriente, utilizado en el 78 % de viviendas del área rural.

- Sistema de recolección de basura: la municipalidad ofrece un programa gratuito de extracción de basura, por medio de un camión que recorre las calles de la cabecera municipal una vez por semana. La basura es depositada en un predio de propiedad privada, ubicado a cuatro kilómetros en dirección a la finca Sepacuité. 85,00 % de la población no cuenta con este servicio. Principalmente el área rural, no cuenta con un programa de extracción de basura, por lo que se utilizan los ríos y calles como un medio para eliminarla, en otros casos la queman o la entierran.

Como conclusión a lo relacionado con los servicios básicos, puede notarse que la mayoría de estos son deficitarios: los indicadores de salud son los más altos del departamento de Alta Verapaz; únicamente el 54,74 % cuenta con agua entubada; la red de drenaje cubre solo la cabecera municipal, por citar algunos ejemplos; se espera que con el mejoramiento de la carretera, también mejoren los servicios, tanto en cobertura como en calidad.

5. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PREPARADO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS

En este aspecto, además del análisis realizado al estudio de impacto ambiental preparado por la DGC, también se analizó el plan de gestión ambiental, el contrato de obra y los informes de supervisión ambiental; el análisis del contrato de obra permitió determinar si las medidas de mitigación propuestas en el EIA fueron contratadas para su ejecución y el análisis de los informes de supervisión ambiental permitieron determinar el cumplimiento de las medidas de mitigación.

5.1. Análisis de impacto ambiental identificado

Previo a analizar los impactos ambientales identificados, en el Estudio de Impacto Ambiental preparado por la Dirección General de Caminos (DGC), es importante acotar lo siguiente.

- Consideraciones al EIA preparado por la DGC:
 - La identificación de impactos ambientales, se realizó sobre la base de una sección típica D, la sección típica trabajada fue la E (ver capítulo 2, inciso 2.3).
 - La identificación de impactos ambientales se realizó sobre la base de la colocación de una carpeta de rodadura de concreto asfáltico, la carpeta de rodadura final fue concreto hidráulico, o sea en el

proyecto no se instaló planta de asfalto, si no que se instaló planta productora de concreto hidráulico.

- No consideró las posibles ampliaciones a la carretera o cambios de alineamiento en algunos tramos (existieron ampliaciones y cambios de línea, lo cual incrementó los impactos ambientales).
- No consideró la construcción del puente sobre el río Candelaria
- No consideró la vulnerabilidad de deslizamientos de taludes a lo largo del tramo, lo cual está afectando la carretera en la actualidad.

Lo anterior no permitió un análisis exhaustivo de los impactos ambientales, lo ideal hubiera sido realizar una actualización del EIA, que tomara en cuenta los cambios al diseño original pero esto no sucedió.

- Impactos identificados en el EIA de la DGC: a manera de resumen, el EIA indica que los factores cuya probabilidad de ser mayormente impactados son el suelo, el agua y el paisaje, siendo la mayor parte de su ocurrencia durante la fase de ejecución y de la totalidad de impactos el 66 % son adversos y 34 % son benéficos.

Los resultados de los posibles impactos permitieron establecer las acciones recomendables para mitigar sus efectos, es por ello que el EIA considera implementar acciones, entre otras, que conlleven la estabilización de taludes de corte y relleno, incorporar un sistema de drenaje menor y mayor, manejo adecuado y reconfiguración de áreas utilizadas dentro de la logística del proyecto, (campamentos, talleres, planta de trituración y mezcla de asfalto), selección y manejo técnico de los sitios de botadero de material de desperdicio.

Es necesario resaltar que dadas las características topográficas, hidrológicas y geológicas del tramo del proyecto, se recomienda la supervisión periódica durante la fase de ejecución.

En conclusión puede indicarse que los impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental preparado por la Dirección General de Caminos, son bastante generales, correspondiendo los mismos en su gran mayoría a cualquier otro proyecto de infraestructura vial; no se identifican impactos para áreas puntuales a lo largo del tramo.

5.2. Análisis del plan de gestión ambiental y costos

El Estudio de Impacto Ambiental preparado por la DGC, carece de Plan de Gestión Ambiental, los términos de referencia del MARN, no lo incluían cuando se elaboró el mismo, por lo que el análisis se realizó a las medidas de mitigación y a las Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA).

Al igual que los impactos ambientales identificados en el EIA de la DGC, las medidas de mitigación son generales y prácticamente las que comúnmente están establecidas para todo tipo de proyecto de carretera; el EIA no puntualiza en cuanto a medidas de mitigación específicas a lo largo del tramo carretero. Las medidas de mitigación indicadas en el EIA, son las siguientes:

Para los sitios de botaderos de material de desperdicio, recomienda que deben ser áreas alejadas por lo menos 500 metros de cuerpos de agua, evitar ubicarlos en áreas expuestas a la erosión, en caso de no ser posible deben construirse obras de retención y conservación de suelo y revegetar los taludes.

Los campamentos, plantas de trituración, talleres y plantas asfálticas, deben ubicarse en terrenos planos a orillas de la carretera, evitar su instalación cercana a lugares poblados y centros escolares; el área debe contar con recipientes para recolección de basura e instalar letrinas para uso del personal, así mismo deben contar con trampas de captación de líquidos (combustibles y lubricantes) e impermeabilizar el suelo.

Instalar dentro de los campamentos sitios para descanso, área de comedor, duchas, servicios sanitarios, así como contar con botiquín de primeros auxilios y vehículo disponible para el traslado de enfermos o accidentados a los centros hospitalarios más cercanos.

Se debe contar con salidas de emergencias dentro de las instalaciones de la empresa constructora y supervisora, así también en los frentes de trabajo que denoten alto riesgo, para mitigar un desastre, las salidas deben ser señalizadas y capacitar al personal sobre qué hacer en caso de un desastre con su respectivo simulacro.

Para los taludes de corte y relleno, estos deben obedecer al diseño de ingeniería en el cual se debe considerar ángulos de reposo que garanticen la estabilización de los mismos. Las trituradoras y plantas de asfalto deben estar dotadas de colectores de polvo y mecanismos para disminuir la emanación de contaminantes a la atmósfera.

Para la protección de los trabajadores, se menciona que el contratista de la obra debe dotarlos de equipo, cumplir con el código de trabajo, las normas del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y la utilización de maquinaria y equipo en perfecto estado de funcionamiento.

Durante el acarreo de material, este debe contener una humedad adecuada, o bien aplicarle agua hasta humedecerlo o en su defecto cubrir el material con lona para evitar que se levante el polvo. Asimismo indica que debe humedecerse la carretera para evitar levantamiento de polvo.

En áreas donde haya viviendas no se podrán ejecutar trabajos que generen ruidos mayores de 90 dBA, entre las seis de la tarde (6:00 p.m.) y la seis de la mañana (6:00 a.m.).

Finalmente para la seguridad laboral y vial indica que debe instalarse la señalización necesaria en los frentes de trabajo, en las entradas y salidas a campamentos, plantas, bancos de material, áreas de depósito de desechos sólidos y la señalización horizontal y vertical mínima para la operación del proyecto.

El resumen de los impactos ambientales y medidas de mitigación identificados en el EIA elaborado por la DGC, lo constituyen las especificaciones técnicas especiales ambientales (ETEA).

Las ETEA que se encuentran en el EIA preparado por la Dirección General de Caminos, se presentan en la tabla III. Pudiendo observar discrepancias en la contratación de supervisor y ejecutor ambiental por el término de 24 meses, mientras que el geólogo e hidrólogo tienen una contratación por 48 meses cada uno. Así mismo se plantea la reforestación del área de campamento, planta de trituración, mezcla de asfalto y bancos de material, situación que en la práctica no es factible, debido a que son áreas privadas que son utilizados por sus propietarios para otros fines.

Tabla III. **Especificaciones técnicas especiales ambientales (estudio de impacto ambiental de la DGC)**

ETEA	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Supervisor ambiental	mes	24
2	Ejecutor ambiental	mes	24
3	Geólogo	mes	48
4	Hidrólogo	mes	48
5	Reforestar áreas de campamentos, planta de trituración y mezcla de asfalto.	plantas	2 000
6	Construcción de muro de gavión	m ³	270
7	Revegetación de terraza	metro lineal	80
8	Construcción de contracuneta	metro lineal	75
9	Construcción de casetas de parada de bus	U	6
10	Reforestación de bancos de material	plantas	4 000
11	Reforestación de áreas utilizadas para botadero de desperdicios.	plantas	4 000
12	Revegetación de taludes de corte	m ²	10 000
13	Muros de contención para depósitos de material de desperdicio.	m ³	500
14	Reforestación del derecho de vía	plantas	9 600
15	Sociólogo	mes	3

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, preparado por la DGC en el año 2003.

5.3. Análisis del contrato de obra

Con fecha veinte de febrero de 2009, la Dirección General de Caminos, celebró el contrato número cero doce guión dos mil nueve guión DGC guión c (012-2009-DGC-C), cuya base legal son los artículos 1, 47, 48 y 49 de la Ley de Contrataciones del Estado (Decreto 57-92 del Congreso de la República), artículo 26 del Reglamento y el convenio de préstamo GT-P5, suscrito entre la República de Guatemala y el Banco del Japón para la Cooperación Internacional.

En dicho contrato, en la cláusula cuarta, se indica que deben implementarse y dar cumplimiento a las disposiciones técnicas ambientales y medidas de mitigación ambiental.

Finalmente en la cláusula séptima del contrato se encuentra el cuadro de cantidades de trabajo que rigieron el proyecto; en la tabla IV, se presentan las Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA), que figuraron en el contrato de obra.

Analizar el contrato de obra permitió determinar si las especificaciones técnicas especiales ambientales (ETEA), que figuraron en el estudio de impacto ambiental preparado por la DGC, habían sido incluidas dentro del contrato de obra ya que al momento de licitar un proyecto o servicio se debe tomar en cuenta cada especificación o norma encontrada en los estudios de factibilidad del proyecto.

Tabla IV. **Especificaciones técnicas especiales ambientales del contrato de obra**

ETEA	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Ejecutor ambiental	mes	17
2	Geólogo	mes	6
3	Hidrólogo	mes	6
4	Reforestación de campamentos, plantas de trituración y asfalto, bancos de materiales, botaderos y derecho de vía	plantas	21 600
5	Mantenimiento de la plantación forestal	ha	18
6	Muros y escollera de gaviones de retención de suelos, rellenos y botaderos	m ²	900
7	Revegetación con especies arbustivas o rastreras	m ²	15 000
8	Construcción de casetas para parada de buses, Tipo B	U	10
9	Sociólogo	mes	6
10	Identificación de áreas recuperadas	U	25
11	Monitoreo de parámetros ambientales	SG	1

Fuente: Contrato de obra No. 012-2009-DGC-C.

5.4. Análisis de informes de supervisión ambiental para determinar el cumplimiento de las medidas de mitigación

Uno de los compromisos contractuales de la empresa que llevó a cabo los servicios de supervisión del proyecto, fue la contratación de un especialista ambiental (supervisor ambiental).

Las funciones asignadas a este profesional, de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental presentado por la DGC, fueron las siguientes:

- Lograr que el ejecutor del proyecto cumpla en forma oportuna la implementación de las medidas de mitigación ambiental, además de sugerir otras que él considere convenientes en la ejecución del proyecto.
- Establecer la ubicación adecuada de campamentos y planta de trituración y mezcla de asfalto.
- Establecer formas y horarios de explotación de bancos de material.
- Seleccionar áreas de depósito de desperdicios y otras actividades que se le presente en el desarrollo del proyecto.
- Trabajar coordinadamente con el Ejecutor Ambiental y el Departamento de Gestión Ambiental de la División de Planificación y Estudios de la Dirección General de Caminos.
- Informar por medio de los canales establecidos a cada mes sobre el avance de medidas de mitigación ambiental y adicionalmente presentar al Departamento de Gestión Ambiental en forma directa el informe ambiental.

El mecanismo para que la DGC estuviera enterada de los aspectos ambientales en el tramo carretero, fue mediante la presentación de informes mensuales, cuyo contenido es dado por el Departamento de Gestión Ambiental de la DGC, el cual en su estructura medular, lleva los siguientes incisos:

- Ficha técnica del proyecto
- Descripción del proyecto
- Actividades de supervisión ambiental realizadas
- Cuadro de avance físico de Especificaciones Técnicas Ambientales (ver anexo 1).
- Cuadro de cumplimiento de disposiciones generales ambientales (DIGAS) para el mes de que se trate (ver anexo 2).
- Cuadro de factores ambientales impactados y acciones de mitigación en el mes de que se trate (ver anexo 3).
- Recomendaciones (ver anexo 4)

Al analizar cada uno de los informes de supervisión ambiental, preparados por el Especialista Ambiental de la empresa que llevó a cabo los servicios de supervisión del proyecto, se pudo establecer el cumplimiento de las medidas de mitigación contractuales, mismas que fueron insuficientes.

Estas medidas de mitigación fueron insuficientes debido a que desde la realización de los estudios de pre factibilidad y factibilidad no fueron tomados en cuenta aspectos ambientales y geológicos propios del lugar que lo hacen altamente vulnerable a riesgos ambientales.

En la tabla V se presentan las Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA), ejecutadas, información que se obtuvo de la revisión del último informe de avance preparado por el Especialista Ambiental de la Empresa que supervisó el proyecto.

Tabla V. **Especificaciones técnicas especiales ambientales ejecutadas**

ETEA	Descripción	Unidad de medida	Cantidad ajustada
1	Ejecutor ambiental	Mes	35
2	Establecimiento de plantación forestal	ha	21 600
3	Mantenimiento de plantación forestal	ha	18
4	Revegetación con especies arbustivas	m ²	15 000
5	Construcción de gaviones	m ²	0
6	Construcción de casetas para parada de buses Tipo B	U	10
7	Delimitadores de derecho de vía	U	500
8	Sociólogo	Mes	6
9	Identificación de áreas recuperadas	U	25

Fuente: Informe de supervisión ambiental, Empresa Katahira & Engineers International.

Al analizar las tablas III, IV y V, se pueden observar diferencias entre las Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA) propuestas en el EIA preparado por la DGC; las ETEA contratadas y las ETEA ejecutadas; se estableció que de 15 ETEA, propuestas en el EIA de la DGC, el contrato de obra consideró únicamente 11 ETEA y finalmente de acuerdo al informe de supervisión ambiental, únicamente se ejecutaron 9 ETEA.

Si bien el contrato de obra consideró la mayor parte de ETEA propuestas en el EIA preparado por la DGC; el cual indicaba que era necesario contar con un especialista en hidrología y un especialista en geología; reforestar el área de campamento, planta de trituración y mezcla de asfalto, bancos de material, derecho de vía, botaderos de material de desperdicio; construcción de muros de

contención para depósitos de desperdicio con muros de gavión, entre otras, se puede observar que estas ETEA no fueron ejecutadas (tabla V) y se agregaron otras ETEA, tales como la colocación de delimitadores de derecho de vía y la identificación de áreas recuperadas, mismas que no contribuyeron con la mitigación de impactos ambientales.

En el anexo 5 se presenta una tabla comparativa entre las ETEA del EIA, las ETEA contratadas y las ETEA ejecutadas.

Algunas consideraciones respecto a los cambios que se sucedieron en Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales, son las siguientes:

- Durante la realización del EIA no se hizo una identificación exhaustiva de los impactos ambientales, como consecuencia las medidas de mitigación no fueron adecuadas, lo cual repercute en las ETEA que finalmente fueron consideradas.
- Los cambios entre lo previsto en el EIA y el contrato de obra obedece en algunos casos a que cuando se preparan las bases de licitación, las mismas no pasan a revisión al Departamento de Gestión Ambiental para su visto bueno.
- Los oferentes del proyecto, al realizar su visita previa al campo se auxilian de un profesional en el tema ambiental y este le sugiere que se propongan cambios en las especificaciones técnicas especiales ambientales.
- Los cambios entre las ETEA contratadas y las ETEA ejecutadas están en función de que hay algunas ETEA que no son factibles de ejecutar; por ejemplo la reforestación del área de campamento, plantas de trituración y

mezclas de asfalto, bancos de materiales, botaderos y área de derecho de vía, debido a que los propietarios de estas áreas en algunas ocasiones no permiten la siembra de vegetación, ya que finalizada la ocupación o utilización de esos terrenos les darán otro uso.

- Otra situación, es debido a que durante la ejecución del proyecto se visualizan otros impactos ambientales no pronosticados en el EIA que deben ser atendidos.
- Utilización de renglones medioambientales para la ejecución de otros renglones dentro de la obra.

A continuación se presenta la tabla VI, en la cual se comparan los costos de las Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA), ejecutadas con las que fueron contratadas originalmente en las cuales podemos observar variaciones debido a la insuficiencia de las mismas durante la ejecución del proyecto.

Tabla VI. **Comparación de costos de ETEA**

Monto ETEA del EIA (Q)	Monto ETEA Contratadas (Q)	Monto ETEA ejecutadas (Q)
3 345 400,00	5 606 500,00	8 061 693,80

Fuente: EIA de la DGC, contrato de obra y programa de trabajo.

6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A TRAVÉS DEL DIAGNÓSTICO

En este capítulo se identifican los impactos reales que se presentaron durante el mejoramiento de la carretera, así como las medidas de mitigación puntuales para la mitigación de los impactos y no menos importante se presenta la percepción de las comunidades beneficiadas por el mejoramiento de la carretera.

6.1. Identificación y valoración de impacto ambiental

La metodología que se utilizó para la calificación de impactos en el presente diagnóstico, fue una matriz de verificación y calificación (Leopold modificada para proyectos de carreteras).

Esta matriz compara cada componente del medio ambiente con las actividades que se llevan a cabo para desarrollar el proyecto de mejoramiento de la carretera. La calificación es de la siguiente manera:

- Naturaleza del impacto
 - Positivo (+)
 - Negativo (x)
 - Inexistente (○)
 - Previsible, pero difícil de cuantificar sin estudios previos (z)

Para la evaluación y análisis se concentra en las interacciones designadas **x**, **+** que tienen relevancia en el contexto de identificar las medidas de mitigación, es decir aquellas que son significativas y que por lo tanto hay que reducir los efectos negativos de las operaciones y apoyar o mantener aquellas que potenciarán los efectos positivos.

La identificación en grupos de impactos constituye lo que se ha denominado las características del impacto. Estas permiten efectuar la calificación de los impactos ambientales potenciales que pueden ocurrir como consecuencia del proyecto. Las características que se tomaron en cuenta para la calificación son las siguientes:

- Magnitud
 - Hace referencia a la intensidad y área afectada. De intensidad baja (1) si el área afectada es inferior a una hectárea o no afecta significativamente la línea base. Intensidad moderada (2) cuando el área afectada comprende entre 1 y 10 hectáreas, pero puede ser atenuado hasta niveles poco dañinos. Intensidad alta (3) cuando el área afectada por el impacto es mayor a 10 hectáreas.

- Duración
 - τ = temporal: se refiere a una duración acotada en el tiempo que para efectos de este estudio puede ser de algunas semanas hasta unos 6-8 meses.
 - ρ = permanente: califica a un impacto de duración indefinida, en el caso del presente proyecto mayor a 5 años.

- Tipo
 - Directo (D): el impacto es consecuencia directa de la construcción u operación del proyecto, el efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
 - Indirecto (In): el impacto es consecuencia indirecta de la construcción u operación del proyecto, supone una incidencia retrasada en el tiempo respecto a la interdependencia o relación de un factor ambiental con otro.
 - Acumulativo (Ac): cuando los impactos individuales repetitivos dan lugar a otros de mayor impacto, o bien al prolongarse en el tiempo la acción del agente o actividad inductora, se incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
 - Mitigable (M): se refiere a aquellos impactos, que mediante la intervención antrópica o no previenen, reducen, minimizan, corrigen o restauran los impactos generados por la obra o actividad.
 - No mitigable (Nm): supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales o antrópicos, a la situación anterior.
- Significancia
 - * = significativo: se considera en esta calificación la certidumbre del impacto, en este caso como probable y cierto: cierto (c), cuando el

impacto ocurrirá con una probabilidad > al 75 %. Probable (p), el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50 y 75 %. Además se analiza el grado de perturbación o beneficio, en este caso medio (m_e , se modifican algunas de las características del medio), mayor (m_a , se modifican todas o la mayoría de las características) y sinérgico (s_i , que aumenta la amplitud sumado a otras modificaciones del medio).

- \diamond = no significativo: esta calificación se conceptúa como opuesta a significativo. Poco probable (i), el impacto ocurrirá con una probabilidad menor del 50 %. Desconocido (d), se requieren de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto.

La matriz de verificación permite la evaluación con todas las interacciones relevantes, evitando asignar un gran esfuerzo para compilar e interpretar información para interacciones no existentes o insignificantes, con respecto a los objetivos del Diagnóstico Ambiental.

Las fuentes potenciales de impacto, asociados con las actividades de mejoramiento de la carretera, representan aspectos tanto positivos como negativos desde el punto de vista ambiental.

Las actividades que generaron impactos en el proceso de pavimentación de la carretera y las que pueden generar impacto durante el mantenimiento y operación del proyecto, se mencionan a continuación:

- Fase de construcción
 - Limpia, chapeo y destronque

- Extracción de materiales en cantera
 - Trituración de agregados para base
 - Cortes y rellenos
 - Reacondicionamiento y mejoramiento de subrasante
 - Preparación de mezcla de concreto hidráulico
 - Transporte de concreto hidráulico y áridos
 - Obras de drenaje
 - Construcción de puente
 - Pavimentación con concreto hidráulico
 - Manejo y disposición final de desechos
 - Señalización
- Fase de operación y mantenimiento
 - Libre locomoción del tránsito
 - Limpieza de taludes, cunetas y cabezales
 - Bacheo
 - Remoción de derrumbes

En la calificación de impactos en la matriz (tabla VII) que se presentará a continuación, los dos números que se presentan al final de cada casilla, se refieren a la calificación de reversibilidad y magnitud del impacto respectivamente, de acuerdo a la metodología que se indicó al inicio de este capítulo (ver ejemplo a continuación).

<p style="text-align: center;">+ ρ D</p> <p style="text-align: center;">* m_e</p> <p style="text-align: center;">M,(1)</p>	<p style="text-align: center;">+ τ In</p> <p style="text-align: center;">c ◇</p> <p style="text-align: center;">M,(1)</p>
--	---

<p style="text-align: center;">x ρ D</p> <p style="text-align: center;">c * m_e</p> <p style="text-align: center;">nm,(1)</p>	<p style="text-align: center;">x τ In</p> <p style="text-align: center;">c ◇</p> <p style="text-align: center;">M,(1)</p>
---	---

+ = positivo, x = negativo, ○ = No hay Impacto, τ = temporal, ρ = permanente, (D = Directo, In = Indirecto, Ac = Acumulativo), * = significativo, (c = cierto, P = probable, m_e = medio, m_a = mayor, s_i = sinérgico), ◇ = no significativo, ® = residual, M = Mitigable, Nm = No mitigable; Magnitud: Baja intensidad (1); Moderada intensidad (2) y Alta intensidad (3).

Tabla VII. Matriz de identificación de impactos ambientales

ACTIVIDADES	Emisiones a la atmósfera incluye ruido	Patrimonio cultural e histórico	Hidrología	Geomorfología	Suelos	Vegetación	Fauna	Paisaje	Empleo y mano de obra	Incidencia en vecinos del área
Funcionamiento de campamento, taller mecánico, área de depósito de combustibles, trituradora y planta de concreto	x τ D c ◊ M	○	x τ In P ◊ 1	○	x ρ D c ◊ nm _s (1)	○	○	○	+ τ D c ◊	x ρ D c ◊ M
Cortes y rellenos para mejoramiento de subrasante y ampliación de la carretera	x τ D c ◊ M	○	x ρ D c ◊ M	x ρ D c * m _e M,(2)	x ρ D c * m _e M,(2)	x τ D c ◊ M,(1)	x τ In P ◊ M	x τ D c ◊ M c ◊ M	+ τ D c * m _e c ◊ M	x τ D c ◊ M
Construcción de obras de drenaje	○	○	x ρ In P ◊ M	○	○	○	○	○	+ τ D c ◊	x ρ D P ◊ M

Continuación de la Tabla VII.

ACTIVIDADES	Emisiones a la atmósfera incluye ruido	Patrimonio cultural e histórico	Hydrología	Geomorfología	Suelos	Vegetación	Fauna	Paisaje	Empleo y mano de obra	Incidencia en vecinos del área
Extracción de materiales en cantera	x τ D c ∅ M	∅	∅	x ρ D c ∅ m M(1)	x ρ D c ∅, M (1)	x τ D c ∅ M (1)	x τ In c ∅	x τ D c ∅ nm	+ τ D c ∅	∅
Transporte de concreto hidráulico y áridos	x τ D c ∅ 1	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	+ τ D c ∅	x τ D c ∅ M
Disposición final de material sobrante	∅	∅	x ρ D P ∅ M	x ρ D P ∅ M(1)	x ρ D P * m _e M _i (2)	x τ D c ∅ M	x τ In P ∅ M	x ρ D P * m _e M _i (2)	+ τ D c ∅	x τ D c ∅ M
Pavimentación con concreto hidráulico	x τ D c ∅ M	∅	x ρ D c ∅ nm	∅	x ρ D c * m _e nm _i (2)	∅	x τ In P ∅ M	x ρ D c * m _e nm	+ τ D c * m _e	x τ D c ∅ M

Continuación de la Tabla VII.

ACTIVIDADES	Emissiones a la atmósfera incluye ruido	Patrimonio cultural e histórico	Hidrología	Geomorfología	Suelos	Vegetación	Fauna	Paisaje	Empleo y mano de obra	Incidencia en vecinos del área
Señalización horizontal y vertical	0	0	0	0	0	0	0	0	+rD c∅	+pD c*me
Implementación de medidas de mitigación (revegetación de taludes, botaderos y compactación, entre otras)	0	0	+pD c *me	0	+pD c*me	+pD c*me	+pD c∅	+pD c *me	+rD c∅	+pD c*me
Utilización de la carretera (tránsito de vehículos)	xpD c∅2	0	0	0	0	0	xpD P∅1	0	0	+pD c*me
Mantenimiento	0	0	xpD P∅1	0	xpD P∅ 1,(1)	xrD P∅ 1,(1)	0	0	+rD c∅	+pD c*me

Fuente. elaboración propia, con base en recorrido de campo.

6.2. Análisis de impacto

- Calidad del aire: las emisiones gaseosas y que tuvieron incidencia en la calidad del aire fueron las procedentes de la maquinaria y equipo que se utilizó en el proceso de mejoramiento de la carretera (figura 3).

Figura 3. Fuentes de emisión de polvo



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

Existió una producción temporal de polvo debido a la extracción de materiales en la cantera para las capas de subbase y mejoramiento de la subrasante; durante la trituración de piedra en la planta de trituración para la capa de base triturada y para la producción de agregados pétreos necesarios para la mezcla de concreto hidráulico y finalmente otra fuente productora de polvo lo constituyó el transporte de áridos a las zonas de trabajo, esta última actividad no rebasó las emisiones de polvo provocadas por la presencia de una rodadura de balasto, por lo que las emisiones por el transporte de materiales

fue temporal, ya que la pavimentación de la carretera elimina en definitiva las polvaredas en época seca.

Las emisiones indicadas, por lo general son locales y temporales por lo que la calidad del aire fue levemente afectada por la ejecución del proyecto.

Las actividades que normalmente produjeron un aumento del ruido fueron: funcionamiento de la planta trituradora, utilización de maquinaria y equipo para realizar cortes y rellenos, extracción de materiales en la cantera y la pavimentación propiamente dicha (figura 4).

Figura 4. **Fuente de emisión de ruido**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

Al igual que las emisiones gaseosas, el impacto por ruido causado durante la pavimentación de la carretera fue de naturaleza temporal, afectando

principalmente al personal involucrado en la obra; no existió impacto para los habitantes del área ya que no se ubican viviendas a lo largo del tramo carretero.

- Geología y geomorfología: aunque estos componentes fueron afectados cuando se construyó la carretera actual, los impactos se incrementaron por la extracción de material en canteras existentes y en otras que se utilizaron por primera vez; así como por algunos cortes o cambios de alineamiento que debieron realizarse para mejorar la carretera, principalmente en los tramos en curva (figura 5).

Figura 5. **Cambios en la geomorfología**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

- Patrimonio cultural e histórico: los trabajos de ampliación de la carretera, la disposición de material de corte, ni la extracción de materiales en canteras afectaron sitios arqueológicos, ni elementos del patrimonio cultural e histórico.

- Suelos: la principal afección al suelo y que en la matriz se calificó como negativa significativa y de naturaleza permanente, fue provocada por los cortes que se efectuaron para ajustar el ancho de la carretera a las especificaciones de diseño, estos cortes además de provocar pérdida de suelo por sí mismos, provocaron desestabilización en los taludes, lo cual expone el suelo a erosión. (figuras 6, 7 y 8).

Adicionalmente, otro efecto negativo de carácter permanente al recurso suelo, lo constituye la pavimentación propiamente dicha, la cual provocó su impermeabilización a lo largo de todo el proyecto (figura 9).

Figura 6. **Ancho de carretera antes de la ampliación**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

Figura 7. **Pérdida de suelo después de la ampliación**



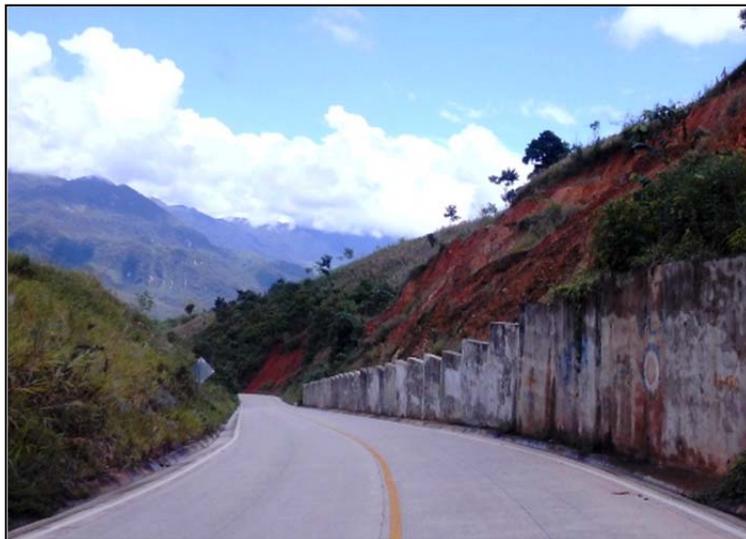
Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

Figura 8. **Suelo expuesto a erosión**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

Figura 9. **Suelo impermeabilizado**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

De acuerdo a observación del área donde se ubicó el campamento, la planta de trituración y el área de depósito de combustibles, no se evidencia contaminación del suelo con hidrocarburos; situación que se corroboró con el análisis de informes de supervisión el cual indica que estas áreas contaron con piso impermeable para prevenir la infiltración de derivados del petróleo; en la planta de concreto se construyeron piletas de sedimentación para el lavado de camiones de trasiego de concreto; asimismo se evacuaron desechos de petróleo y piezas de repuesto mediante empresas recicladoras.

Finalmente, durante la disposición de material sobrante, producto de los cortes; si bien la supervisora utilizó criterios técnicos y ambientales para la selección de los botaderos y de esta manera minimizar las afecciones al suelo, en otros casos el material fue colocado de manera indiscriminada o el botadero no fue lo suficientemente compactado, lo cual está provocando arrastre de

material de corte hacia quebradas de agua y algunos suelos cultivados (figura 10).

Figura 10. **Afectación en área cultivada por colapso de botadero**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

- Para el manejo de los sitios de disposición de material de desperdicio se recomienda lo siguiente:
 - Las zonas de disposición final de material deberán quedar lo suficientemente alejadas de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel del agua, durante la ocurrencia de crecientes, sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. Debe tenerse presente que no deben depositarse en lugares donde puedan perjudicar condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población sea expuesta a algún tipo de riesgo.

- Previo a la implementación del relleno, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que pueda soportar el sobrepeso inducido por el depósito, de forma que no se produzcan asentamientos considerables que pondrían en peligro la estabilidad del depósito.
- El manejo del drenaje es de suma importancia en los sitios de disposición para evitar su posterior erosión, para lo cual, si se hace necesario, se colocarán filtros de desagüe para permitir el paso del agua.
- Para aquellos depósitos en donde solamente se dispondrá material común, la compactación deberá hacerse con dos pasadas de tractor de oruga, sobre capas de un espesor adecuado, esparcidas uniformemente sobre el área a compactar; cuando se coloque una mezcla de material común y material rocoso, deberá compactarse con por lo menos 4 pasadas de tractor de oruga, sobre capas de un espesor adecuado.
- Cuando se trate de material rocoso, deberá colocarse desde adentro hacia afuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños; los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa del depósito de forma que sirvan de protección definitiva del talud. El material más fino debe quedar ubicado hacia la parte interior del depósito. Antes de proceder a la compactación se debe extender la capa y acomodarla por medio de tractores pesados, retirando las rocas cuyo tamaño interfiera en el proceso de compactación, que se hará con cuatro pasadas de un tractor pesado.

- Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente tal que no ocurran deslizamientos, y deberán ser cubiertos de suelo y revegetados cuando se haya llegado a su máxima capacidad.
 - Cuando se rellenan ciertas depresiones, suele ser necesario conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de pata en gavión.
 - Terminada la colocación del material, se construirán canales interceptores de agua en la corona del depósito y a lo largo del mismo.
 - La superficie superior del depósito se deberá conformar con una pendiente suave que, por una parte, asegure que no va a ser erosionada y, por otra, permita el drenaje de las aguas, reduciendo con ello la infiltración.
- Hidrología: los trabajos ejecutados no provocaron impactos directos al recurso hídrico; dentro del área de campamento, taller mecánico y almacenamiento de combustibles y lubricantes, no se sucedieron derramamientos de derivados del petróleo, el manejo de las aguas servidas fue adecuado, el mantenimiento de la maquinaria se efectuó teniendo cuidado que este no se derramara en el suelo y pudiera contaminar las aguas subterráneas.

Como impactos residuales, se tiene que los cortes en los taludes para ensanchar algunos puntos de la carretera, así como para algunos cambios de alineamiento, dejaron el suelo expuesto a la erosión (figura 8), si bien

en algunos sitios se construyeron muros de concreto ciclópeo para retener el suelo, los taludes no fueron revegetados, por lo que es importante revegetar los mismos, para evitar que el suelo se deposite en las cunetas y sea arrastrado hacia las quebradas naturales y ríos cercanos, aumentando de esta forma los sólidos suspendidos en los cuerpos de agua.

Como se mencionó en la descripción de impactos al recurso suelo, una actividad crítica en proyectos de carreteras, es la disposición del material no clasificado de desperdicio producto de los cortes; la disposición final debe realizarse en lugares cuyas condiciones morfológicas los convierten en botaderos adecuados para su uso. En algunos botaderos el material fue colocado de manera indiscriminada, no fue compactado, lo cual está provocando arrastre de material de corte hacia quebradas de agua (figura 11).

Figura 11. **Arrastre de material hacia corriente de agua**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Finalmente la colocación de la carpeta de rodadura de concreto hidráulico provocó cambios en los patrones naturales del drenaje en el área, lo cual afecta la recarga de acuíferos. Se recomienda, donde sea posible la utilización de pozos de absorción para la disposición del agua de esorrentía de la carretera, en lugar de que esta escurra libremente en los terrenos aledaños a esta.

- Vegetación: los impactos a la vegetación se presentaron en el área de campamento, taller mecánico, plantas de concreto y de trituración, debido a que hubo necesidad de eliminar vegetación para instalación de estos componentes.

Los cortes en los taludes para ensanchar algunos tramos, así como cambios en el alineamiento, provocaron el corte de vegetación (figura 12).

Figura 12. **Pérdida de vegetación**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Algo preocupante lo constituye la disposición de material producto de derrumbes y el colapso de algunos botaderos utilizados durante el mejoramiento de la carretera ya que estos materiales están ocupando sitios provistos de vegetación (figura 13).

Para realizar los ajustes a la subrasante, se requirieron materiales de cantera, afortunadamente la mayoría eran canteras activas, lo cual redujo los impactos a la vegetación.

Figura 13. **Pérdida de vegetación por disposición de material**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

- Fauna: debido a la existencia de la carretera y centros poblados la fauna cada vez se ha ido refugiando en las zonas boscosas adyacentes a los centros poblados.

Por lo anterior los impactos que se identificaron fueron de tipo indirecto y no significativos y se relacionan con el aquellos componentes del proyecto que generaron ruido o donde existió la necesidad de eliminar la vegetación, entiéndase (cortes, extracción de materiales en cantera, disposición de material sobrante); la operación del proyecto, contribuye en un aumento potencial de colisión con la fauna que cruce la carretera.

- Paisaje: el paisaje en el área es de tipo antrópico debido a la presencia humana, sin embargo existió una ruptura local del paisaje, debido principalmente a los cortes en la carretera y a la pavimentación propiamente dicha (figura 14).

Figura 14. **Paisaje antes de la pavimentación**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

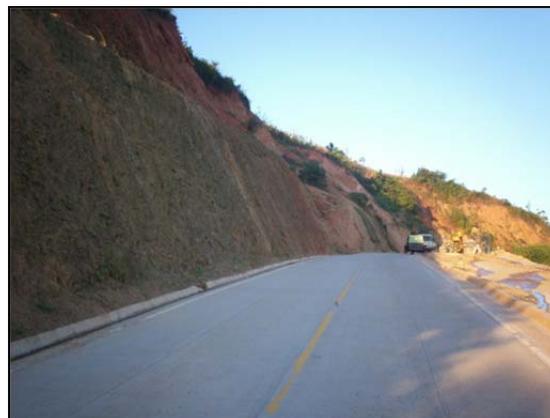
Figura 15. **Paisaje después de la pavimentación**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Los demás impactos al paisaje son de tipo local y reversible y se asocian con la extracción de materiales en cantera, disposición de material sobrante (figuras 10 y 13) y cortes en talud para ampliar la carretera (figura 16).

Figura 16. **Impacto al paisaje por cortes en talud**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

- Empleo y mano de obra: todas las actividades que se desarrollaron en el proyecto fueron generadoras de empleo temporal para la mano de obra local y por lo tanto generadoras de ingresos, por lo que se considera como impacto positivo este hecho; pero a la vez debe indicarse que las actividades del proyecto propiciaron la ocurrencia de accidentes debido a imprudencia de los propios trabajadores, afortunadamente los accidentes que se suscitaron no tuvieron consecuencias fatales.

Durante las labores en el proyecto los trabajadores utilizaron su equipo de protección (figura 17), recibieron pláticas de seguridad ocupacional, lo cual contribuyó a minimizar accidentes.

Figura 17. **Protección de los trabajadores**



Fuente: tramo carretero RD-AV05 tramo V, El Rosario-Senahú.

- Incidencia en los vecinos del área: el movimiento de tierra (cortes y rellenos) y presencia de maquinaria y equipo causaron algunas molestias a los vecinos que habitan en los alrededores inmediatos del proyecto, por ejemplo debido a la generación de polvo, ruido y emisiones gaseosas.

Otro impacto a los habitantes del área lo constituyó las paradas al transporte debido a las actividades del proyecto, esta situación fue subsanada mediante avisos en radios locales en relación al tiempo de cierre de la carretera para que los usuarios tomaran sus precauciones.

Con la carretera pavimentada, se tiene la posibilidad de incremento en los accidentes, principalmente colisiones, ya que los conductores estaban acostumbrados a transitar por una carretera en mal estado por lo tanto la velocidad era menor, incrementándose esta ahora que la carretera se encuentra en buen estado; la señalización que indique límites de velocidad, presencia de curvas (figuras 18 y 19) y la concientización de la población disminuye la probabilidad de accidentes.

Los constantes derrumbes en la carretera, provocados por la inestabilidad de los taludes, es otro impacto negativo, debido a las interrupciones en la libre locomoción de los usuarios.

Cuando la carretera se encuentre en operación, los impactos serán positivos, debido a la utilización de una carretera pavimentada y ampliada, lo cual facilitará la extracción de productos agrícolas, se mejora el acceso a los servicios de salud, transporte de personas más cómodo, seguro y rápido, mejora en la salud de los habitantes pues ya no se genera polvo en época seca.

Figura 18. **Señalización de límite de velocidad**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Figura 19. **Señalización de presencia de curva**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

- Potencialidad de accidentes: durante el período constructivo, los accidentes se dieron en dos vías, hacia la mano de obra involucrada en el proceso productivo y hacia los usuarios de la carretera.

Los accidentes hacia la mano de obra se debieron a imprudencia de los propios trabajadores o por la utilización de maquinaria y equipo mecánicamente deficiente.

La ocurrencia de accidentes a los pobladores es otra situación que debe tomarse en cuenta, por lo tanto se señalizaron las áreas de trabajo, para prevenir su ocurrencia, afortunadamente y de acuerdo a los informes de supervisión ambiental, no ocasionaron accidentes lamentables durante la realización del proyecto.

6.3. Síntesis de la evaluación de impacto ambiental

- Análisis descriptivo: la matriz resumen permitió definir las acciones que causaron mayor impacto negativo en el proyecto, así como las que serán positivas para el mismo; así como aquellas que serán mitigables o no mitigables.

La suma de columnas indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, por lo tanto la fragilidad del medio ante el proyecto. De esta manera el factor ambiental que soportó más impactos significativos negativos fue el suelo con tres (3); paisaje con dos (2) y la geomorfología con uno (1) cada uno.

También ocurrieron sobre algunos factores ambientales impactos positivos significativos, estos son los siguientes: vecinos del área con cuatro (4);

empleo y mano de obra con dos (2) y para finalizar con uno cada uno (1) la hidrología, suelos, vegetación y paisaje.

En total se contabilizan más impactos positivos significativos (10) que negativos significativos (6), pero debemos tomar en cuenta que los impactos negativos son en su mayoría temporales, de carácter local y mitigables, tal el caso de los impactos al componente atmosférico (emisión de gases, ruido, polvo), paisaje y a la vegetación ya que el entorno ambiental soporta y asimila la mayor cantidad de acciones del proyecto, es decir que su fragilidad es media.

La suma de las filas de la matriz resumen, da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y por lo tanto la agresividad del proyecto. Las actividades que causaron mayor impacto significativo negativo al medio son: cortes y rellenos, disposición de material sobrante y pavimentación con concreto hidráulico con dos (2) cada uno.

Los impactos positivos significativos identificados y en orden de frecuencia para las acciones del proyecto, son las siguientes: Implementación de medidas de mitigación ambiental con cinco (5), utilización de la carretera, señalización horizontal y vertical, pavimentación, mantenimiento y cortes y rellenos para la ampliación con uno (1) cada uno.

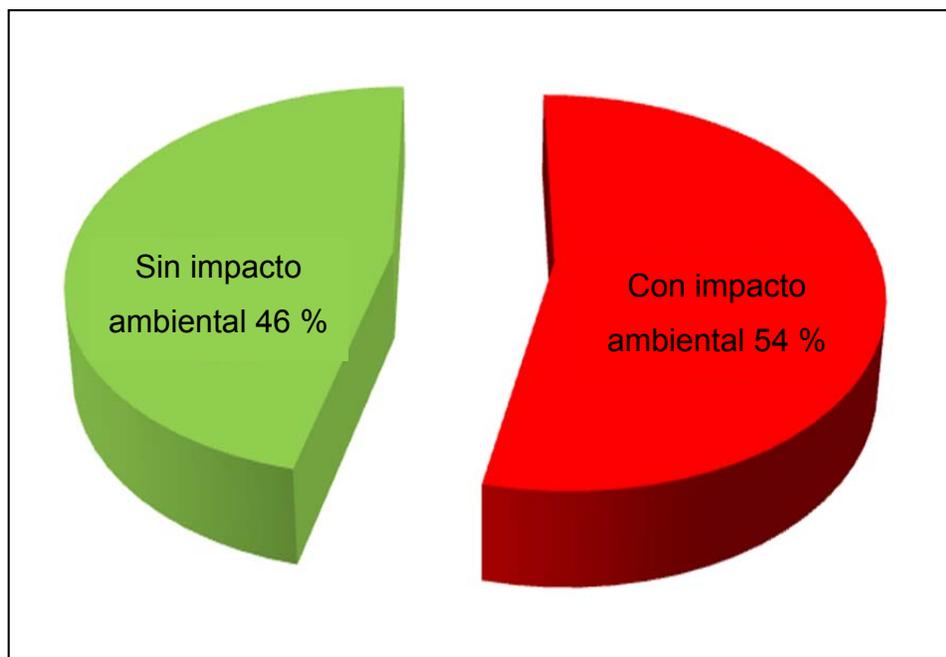
Con estos resultados, se deduce que la agresividad del proyecto hacia el medio ambiente es baja.

Las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación deberán focalizarse entonces en aquellas actividades del proyecto que

están causando los impactos negativos señalados en la matriz resumen, que afectan a los diferentes factores ambientales indicados.

- Análisis gráfico: se concluye que era posible tener 110 interacciones con posibilidades de impacto ambiental, pero luego de analizar el proyecto se determinó que únicamente ocurren 59 impactos (54,00 %) y las restantes 51 (46,00 %) no producen ningún impacto (figura 20).

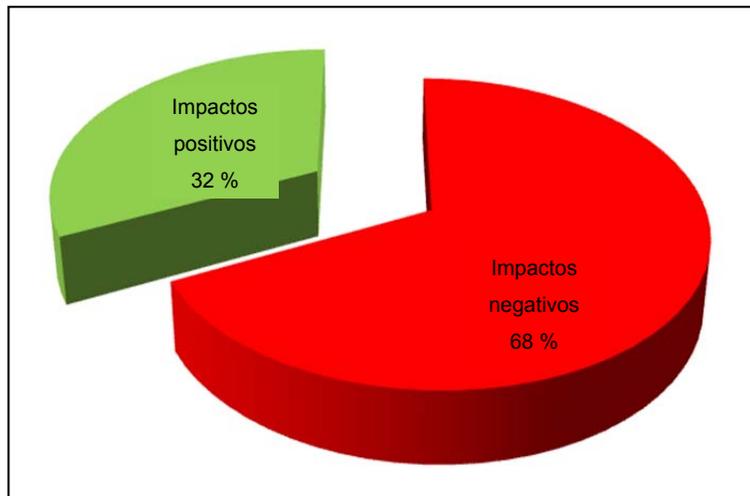
Figura 20. **Interacciones con y sin impacto ambiental**



Fuente: elaboración propia.

De las 59 interacciones que provocan impacto ambiental, 40 se clasificaron como negativas y 19 como positivas (figura 21).

Figura 21. **Calificación de impactos ambientales**

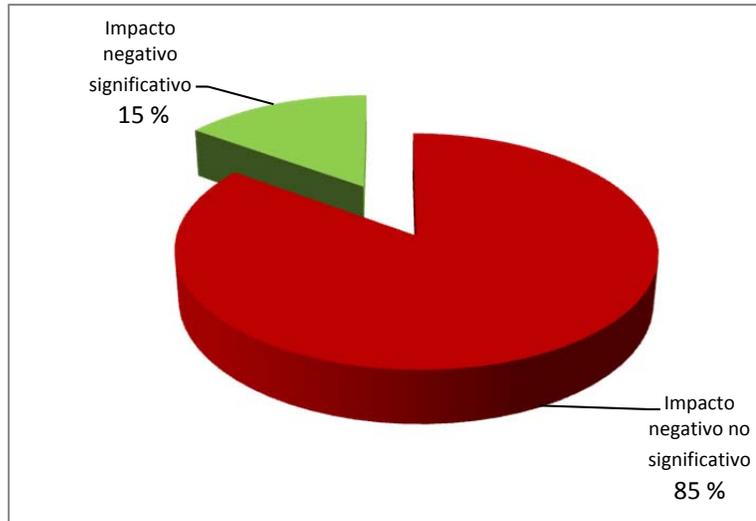


Fuente: elaboración propia.

Los resultados mostrados en la figura 21, harían pensar que el proyecto no es viable desde el punto de vista ambiental, por lo que se analizó con más detenimiento el proyecto y clasificó los impactos en significativos y no significativos, tal clasificación arroja los siguientes resultados, de las 40 interacciones negativas únicamente 6 son negativas significativas y 34 negativas no significativas y de las 19 interacciones positivas, 10 son significativas positivas (figuras 22 y 23).

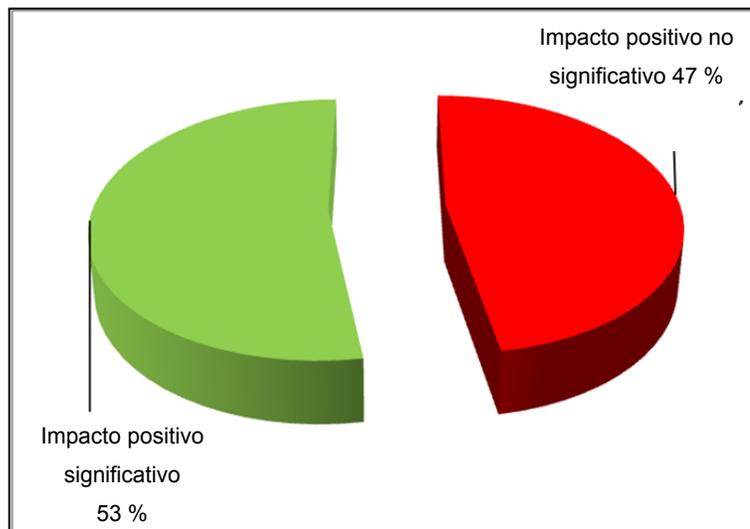
Los resultados obtenidos nos indican que la mayor parte de impactos negativos son de naturaleza no significativa; en tanto que para las interacciones positivas la mayor parte son positivas significativas; lo anterior indica que la agresividad del proyecto hacia el medio es baja; esto se explica debido a que el proyecto se ejecutó sobre carretera existente.

Figura 22. **Calificación de impactos negativos**



Fuente: elaboración propia.

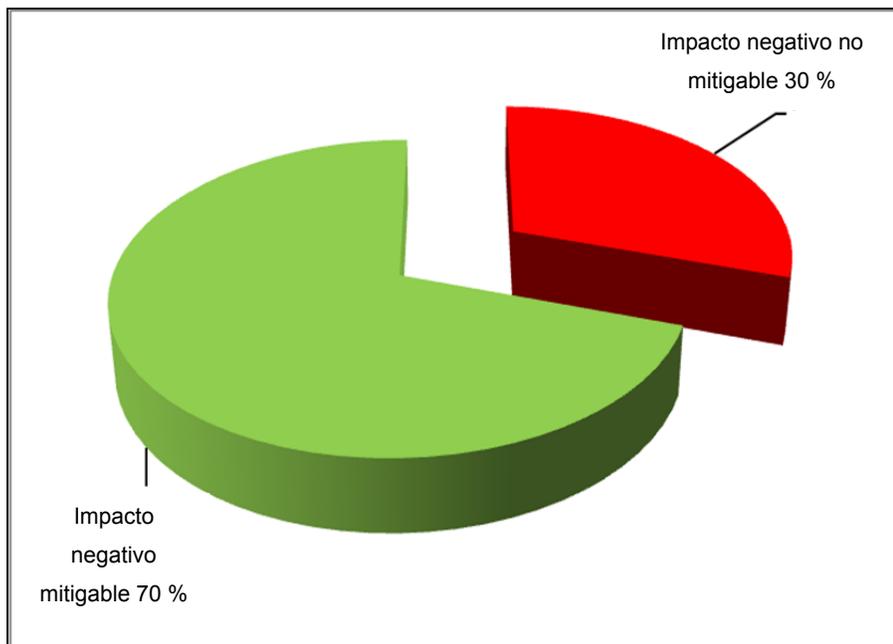
Figura 23. **Calificación de impactos positivos**



Fuente: elaboración propia.

Finalmente es importante indicar que de las 40 interacciones negativas 28 cuentan con medidas de mitigación y 12 no tienen mitigación (figura 24).

Figura 24. **Impactos negativos con mitigación y sin mitigación**



Fuente: elaboración propia.

6.4. Comparación de impacto ambiental identificado durante el estudio de impacto ambiental y en el diagnóstico

Se hace una comparación de los impactos ambientales identificados en el estudio de impacto ambiental (EIA) elaborado por la Dirección General de Caminos (DGC) previo a la ejecución del proyecto, con los impactos ambientales identificados en el diagnóstico ambiental (DA) elaborado para el proyecto ejecutado.

- Componente hidrológico: para este componente el EIA, no indica la posibilidad de azolvamiento de corrientes de agua; el DA si identifica dicho impacto y las causas que lo motivaron, proponiéndose más adelante las medidas de mitigación correspondientes.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ Pueden ocurrir derrames de sustancias peligrosas como combustibles (gasolina y diésel), lubricantes y petróleo.
 - ✓ Posibilidad de establecimiento de nuevas urbanizaciones, lo cual causará impacto negativo al agua subterránea y superficial debido al aumento de la demanda, lixiviación de sustancias contaminantes y descarga de aguas residuales.
 - ✓ El drenaje superficial puede afectarse debido a los cortes en los taludes y áreas de relleno.
 - Impactos identificados en el DA
 - ✓ Los cortes en los taludes para ensanchar algunos puntos de la carretera, así como para cambios de alineamiento, dejaron el suelo expuesto a la erosión, por lo tanto el suelo está siendo arrastrado hacia cunetas y posteriormente puede depositarse en ríos o riachuelos, aumentando de esta forma los sólidos suspendidos en los cuerpos de agua.
 - ✓ Material producto de cortes o derrumbes ha sido colocado de manera indiscriminada o el botadero no fue lo suficientemente

compactado, lo cual está provocando arrastre de material hacia quebradas de agua.

- ✓ La colocación de la carpeta de rodadura ha provocado cambios en los patrones naturales del drenaje en el área.
- Componente suelo: los impactos identificados en el EIA, no indican que suelos agrícolas podrían verse afectados debido al mejoramiento de la carretera; en tanto que en el DA se identifica la impermeabilización del suelo debido a la pavimentación de la carretera y la ocupación de suelos agrícolas debido a la colocación de material de corte y de derrumbes.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ El suelo es impactado por el aumento de la concentración de agua sobre el mismo, por la remoción de la cobertura vegetal, y el aumento del ángulo del talud.
 - ✓ El drenaje natural cuando es alterado, principalmente en áreas de campamento, planta de trituración y mezcla de asfalto, en los sitios de disposición final de desechos sólidos, no permite el drenaje de las aguas adecuadamente.
 - Impactos identificados en el DA
 - ✓ Los cortes que se efectuaron para ajustar el ancho de la carretera a las especificaciones de diseño, provocaron pérdida de suelo al desestabilizar los taludes, exponiendo el suelo a erosión.

- ✓ Impermeabilización del suelo a lo largo de la carretera debido a la pavimentación.
- ✓ Ocupación de suelos agrícolas por erosión de material apilado en botaderos, debido a inadecuada compactación y falta de revegetación de los mismos.
- Componente atmosférico (aire y ruido): para este componente los impactos identificados en el EIA, tienen coincidencia con los impactos identificados en el DA.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ Polvo y humo generado por el tránsito de los automotores, tanto del contratista como de los usuarios, será más significativa en el acarreo del material de construcción y en el funcionamiento de la trituradora.
 - ✓ Las emisiones de gases serán generadas por los automotores (maquinaria y equipo) y quema de desechos orgánicos de origen vegetal; es el segundo contaminante del aire. Los trabajadores y vecinos que se encuentren bajo estas condiciones, serán impactados en su salud, por lo tanto se afectan sus vías respiratorias y sus ojos.
 - ✓ La emisión de ruido provocado por la maquinaria y equipo, la planta trituradora y mezcladora de asfalto, impacta al sistema auditivo de las personas y animales.

- Impactos identificados en el DA
 - ✓ El transporte de áridos a las zonas de trabajo, el reacondicionamiento de la subrasante y los cortes para ampliaciones y cambios de línea, generaron partículas de polvo.
 - ✓ Las actividades que produjeron un aumento del ruido fueron el funcionamiento de la planta trituradora, utilización de maquinaria y equipo para realizar cortes y rellenos, extracción de materiales en la cantera y la pavimentación propiamente dicha.
- Componente biológico (flora y fauna): los impactos identificados en el EIA, indican que existe gran cantidad de especies de flora y fauna e indica que cualquier situación que afecte a la flora afecta también a la fauna; el DA identifica impactos debido a cortes para ensanchar la carretera y la ocupación de áreas provistas de vegetación debido a la disposición de material de desperdicio, planteándose más adelante las medidas de mitigación correspondientes.
- Impactos identificados en el EIA
 - ✓ A lo largo del proyecto se identifican 4 zonas de vida, lo que indica diversidad de especies, tanto de flora como de fauna, ambos pueden ser impactados por las actividades de construcción de la carretera y por la presencia de personas al deforestar, cazar y/o recolectarlas, esto se agravaría al permitir nuevos núcleos humanos a orillas de la carretera.

- ✓ En cuanto a la fauna, se infiere que cualquier situación que afecte a la flora provoca disturbios al hábitat de fauna.
 - ✓ La disposición de desechos sólidos puede impactar a estos componentes ambientales.
 - ✓ Pérdida de especies de fauna debido a la limpieza y desmonte; la excavación de áreas anegadas; las áreas que ocupen los campamentos, trituradora, planta asfáltica, campos de apilamiento de material y explotación de canteras.
- Impactos identificados en el DA
 - ✓ Pérdida de vegetación en el área de instalación del campamento, taller mecánico, planta de concreto y de trituración.
 - ✓ Los cortes en los taludes para ensanchar algunos tramos, así como cambios en el alineamiento, provocaron el corte de vegetación.
 - ✓ La disposición de material producto de derrumbes y el colapso de algunos botaderos utilizados durante el mejoramiento de la carretera están ocupando sitios provistos de vegetación.
 - ✓ Licuefacción en suelos debido a saturación de agua, lo cual provoco hundimientos en la sección típica.

- Componente estético (paisaje): los impactos identificados en el EIA para este componente y los identificados en el DA, son coincidentes.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ Impacto por explotación de bancos de materiales, instalación de campamentos y plantas de trituración y mezcla de asfalto, sitios de disposición final de los desechos sólidos y sitios de apilamiento de material, colocación de la carpeta asfáltica.
 - Impactos identificados en el DA
 - ✓ Ruptura local del paisaje, debido principalmente a los cortes en la carretera y a la pavimentación propiamente dicha.
 - ✓ Impactos al paisaje de tipo local y reversible y se asocian con la extracción de materiales en cantera, disposición de material sobrante.
- Seguridad e higiene industrial (mano de obra): de los probables impactos indicados en el EIA, no se presentaron los mismos, de acuerdo con lo indicado en los informes de supervisión ambiental.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ La inadecuada utilización de maquinaria y equipo o que se encuentre mecánicamente deficiente puede ser causa de fatales accidentes; la emanación de gases del escape causa problemas respiratorios a los trabajadores y poblados cercanos

así también la emanación de ruido puede provocar problemas auditivos a trabajadores expuestos.

- ✓ Los impactos a la seguridad vial y peatonal, se derivan de la utilización de maquinaria a lo largo del proyecto, inadecuada señalización de tipo informativo y restrictivo en todo el tramo en construcción y en las áreas de trabajo.
- ✓ Durante la etapa de operación de la carretera, los impactos a la seguridad vial se presentan debido a la circulación de vehículos, ya que la pavimentación de la carretera motiva incremento en la velocidad de operación y aumento de la cantidad de vehículos.
- Impactos identificados en el DA
 - ✓ Las actividades del proyecto propiciaron la ocurrencia de accidentes debido a imprudencia de los propios trabajadores, afortunadamente los accidentes que se suscitaron no tuvieron consecuencias fatales.
- Componente socioeconómico: Los impactos identificados en el EIA son coincidentes con los identificados en el DA, sin embargo el EIA no identifica la obstaculización del paso por la carretera debido a los constantes derrumbes, en el DA se plantean las medidas de mitigación para prevenir la ocurrencia de este impacto.

- Impactos identificados en el EIA
 - ✓ Interrupción del movimiento comercial, productivo y social del área del proyecto principalmente en la fase de la construcción.
 - ✓ Devaluación de terrenos por la alteración de sus características físicoquímicas, provocado por un cambio de uso de la tierra definitivo.
 - ✓ Potencial surgimiento de nuevos núcleos humanos y la construcción de nueva infraestructura, también pueden impactar a la sociedad ya establecida, principalmente en su conducta social por la disputa de los recursos naturales y en las cantidades de generación de desechos sólidos y líquidos sin servicios adecuados de saneamiento.

- Impactos identificados en el DA
 - ✓ El movimiento de tierra (cortes y rellenos) y presencia de maquinaria y equipo causaron algunas molestias a los vecinos que habitan en los alrededores inmediatos del proyecto, por ejemplo debido a la generación de polvo, ruido y emisiones gaseosas.
 - ✓ Otro impacto a los habitantes del área lo constituyó las paradas al transporte debido a las actividades del proyecto, esta situación fue subsanada mediante avisos en radios locales en relación al tiempo de cierre de la carretera para que los usuarios tomaran sus precauciones.

- ✓ Posibilidad de accidentes, principalmente colisiones, ya que los conductores estaban acostumbrados a transitar por una carretera en mal estado por lo tanto la velocidad era menor, incrementándose esta ahora que la carretera se encuentra en buen estado.
 - ✓ Constantes derrumbes en la carretera, provocados por la inestabilidad de los taludes, es otro impacto negativo, debido a las interrupciones en la libre locomoción de los usuarios.
- Componente geomorfológico: como se plantea en el siguiente párrafo el EIA, no identificó impactos para este componente, en tanto que el DA si identifica impactos debido a extracción de materiales en cantera y por algunos cambios de alineamiento.
 - Impactos identificados en el EIA
 - ✓ No consideró impactos para este componente
 - Impactos identificados en el DA
 - ✓ Impacto negativo por la extracción de material en canteras existentes y en otras que se utilizaron por primera vez; así como por algunos cortes o cambios de alineamiento que debieron realizarse para mejorar la carretera, principalmente en los tramos en curva.

Como conclusión general, luego de una comparación exhaustiva entre los impactos identificados en el EIA y el DA, algunos de ellos son coincidentes y

otros se dejaron de visualizar, a continuación algunas consideraciones al respecto.

- Componente hidrológico: el EIA de la DGC identifica como impacto el aumento de la demanda de agua, lixiviación de sustancias contaminantes y descarga de aguas residuales, debido al establecimiento de nuevas urbanizaciones, esta situación no era posible si se toma en cuenta las características topográficas del terreno a orillas de la carretera.
- Componente suelo: indica el EIA que el drenaje natural será alterado, principalmente en las áreas de campamento, de la planta de trituración y mezcla de asfalto, en los sitios de disposición final de los desechos sólidos; más sin embargo no identifica, la exposición del suelo a erosión provocada por los cortes, ni indica la impermeabilización del suelo provocada por la pavimentación de la carretera.
- Componente biológico (flora y fauna): el EIA indica que el área del proyecto cuenta con diversidad de especies, tanto de flora como de fauna, ambos pueden ser impactados por las actividades de construcción de la carretera y por la presencia de personas al deforestar, cazar y/o recolectarlas, esto se agravaría al permitir nuevos núcleos humanos a orillas de la carretera.

Se puede observar que nuevamente el EIA indica como posible causa de impacto la presencia de nuevos núcleos humanos; no indica que este componente se vería afectado por cortes para ensanchar la carretera y por cambios de alineamiento, lo cual era evidente que iba a suceder, tomando en cuenta la topografía del terreno y lo angosto de la carretera previo a su pavimentación.

- Componente estético: el EIA identifica impactos por explotación de bancos de materiales, instalación de campamentos y plantas de trituración y mezcla de asfalto, sitios de disposición final de los desechos sólidos y sitios de apilamiento de material, colocación de la carpeta de rodadura; pero no identifica el impacto provocado por los cortes a lo largo de la carretera.
- Geomorfología: el EIA no identifica impactos para este componente, sin embargo y aunque se trata de una carretera ya construida, el mejoramiento de la misma trae consecuencias a este componente debido a cortes para ajustar la misma a las especificaciones de diseño y por cambios de alineamiento.
- Componente socioeconómico: para este componente, el EIA vuelve a indicar el potencial surgimiento de nuevos núcleos humanos y la construcción de nueva infraestructura, también pueden impactar a la sociedad ya establecida, principalmente en su conducta social por la disputa de los recursos naturales y en las cantidades de generación de desechos sólidos y líquidos sin servicios adecuados de saneamiento. No indica respecto a los constantes derrumbes que podrían producirse en la carretera los cuales traen consecuencias negativas a los usuarios de la carretera.
- El EIA no puntualizó en ciertos aspectos, que se han sucedido en el tramo carretero; por ejemplo, en el EIA se identificó solo un punto crítico de deslizamiento; en tanto que durante el recorrido realizado durante la ejecución del Diagnóstico Ambiental se identificaron más de 20 puntos naturales susceptibles a deslizamiento, más los inducidos por el movimiento de tierra para ampliar la sección de la carretera y algunos

cambios de alineamiento; esta situación era bastante evidente si se toma en cuenta la vulnerabilidad a deslizamiento que presenta el área de Senahú.

La situación antes mencionada, provoca en la actualidad impactos a la flora, suelo, agua, debido a que el material producto de derrumbes, se está ubicando en botaderos sin ningún control, lo cual está provocando que el material llegue a corrientes de agua, áreas cultivadas y suelos con potencial agrícola.

6.5. Evaluación del impacto social

En la evaluación del impacto social se plantean interrogantes sobre como creen las comunidades que se afectó el medio ambiente, los beneficios sociales y económicos, los riesgos de la operación del proyecto y recomendaciones para evitar o minimizar los impactos negativos.

6.5.1. Percepción de las comunidades beneficiadas en relación al proyecto

Con el objeto de conocer la opinión de la población en el área donde se ejecutó el proyecto, se solicitó la opinión de vecinos que se ubican cercanos al área. Se visitaron las viviendas y se solicitó opinión a algunos transportistas, en total se hicieron 25 entrevistas.

A continuación se presentan las preguntas formuladas a cada uno de los entrevistados:

1. Con la realización de la carretera ¿Cómo cree usted que se afectó el ambiente de la región?
2. ¿Qué beneficios sociales y económicos cree que produciría el funcionamiento del tramo carretero?
3. ¿Qué riesgos tiene la pavimentación del tramo carretero?
4. ¿Qué recomendaría para evitar o minimizar los impactos negativos?

Resultados obtenidos: en las tablas de la VIII a la XI, se presentan los resultados de las entrevistas realizadas para conocer la opinión de la población respecto al proyecto, estas entrevistas fueron realizadas a personas mayores de 18 años sin distinción de sexo ni raza.

- En relación a las afecciones que el proyecto pudo ocasionar al medio ambiente, la mayoría de entrevistados (60,00 %) indicaron que la ejecución del proyecto no afectó el medio ambiente; 8,00 % no sabe/no responde; en tanto que 32,00% indica que si se afectó el medio ambiente (ver tabla VIII y figura 25).

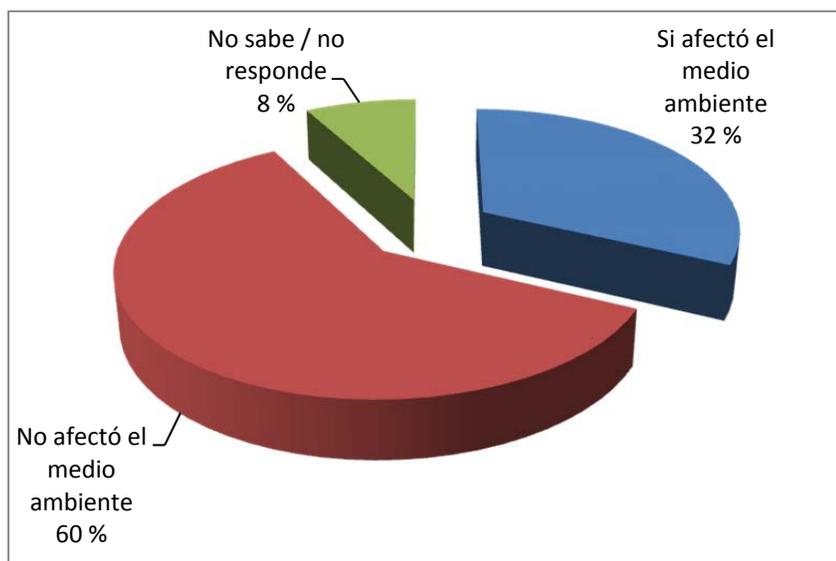
Esto demuestra una aceptación elevada hacia la realización del proyecto pero con un buen manejo del tema ambiental.

Tabla VIII. ¿Cree que se afectó el ambiente de la región?

Respuesta	Frecuencia	%
No afectó el medio ambiente	15	60
Si afectó	8	32
• Corte de árboles	4	50
• Daño a los cultivos a orilla del camino porque tiraron tierra en sus terrenos	2	25
• Se provocó polvo por uso de maquinaria	2	25
No sabe/No responde	2	8
Total	25	100

Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

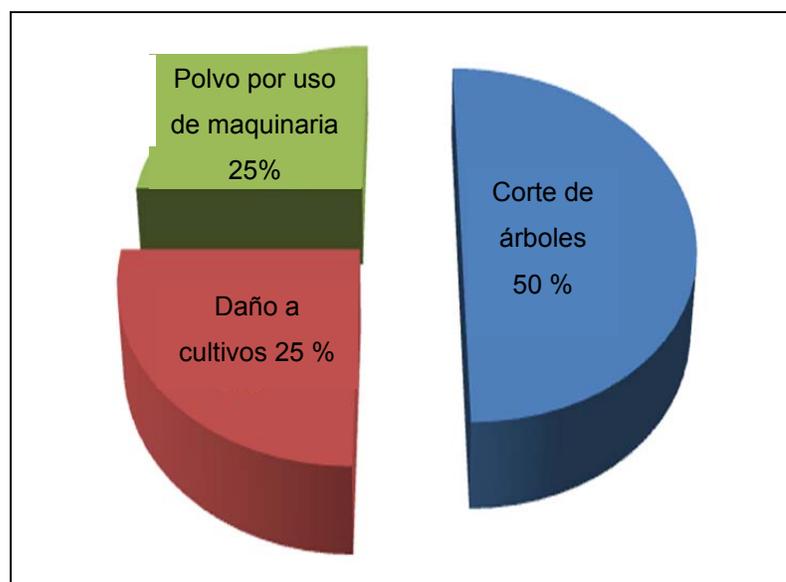
Figura 25. Opinión sobre afección al medio ambiente



Fuente: elaboración propia, con base en entrevista de campo.

Los entrevistados que manifestaron que si se afectó el medio ambiente, indicaron lo siguiente, porque se talaron árboles (50,00 %), daños a los cultivos porque se tiró tierra sobre estos (25,00 %) y por el uso de maquinaria emanaciones de polvo (25,00 %) (figura 26).

Figura 26. **Afecciones al medio ambiente**



Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013

- En relación a los beneficios sociales y económicos que puede producir el proyecto, el mayor porcentaje indica que habrá menos deterioro de vehículos y ahorro de combustibles (33,00 %); traslado más rápido a centros de atención médica (27,00 %); menos tiempo de viaje para llegar a Senahú (17,00 %); mejoras en la comercialización de cultivos y otros productos (13,00 %) y finalmente las personas que no supieron que responder se ubicaron en un 10,00 % (tabla IX y figura 27).

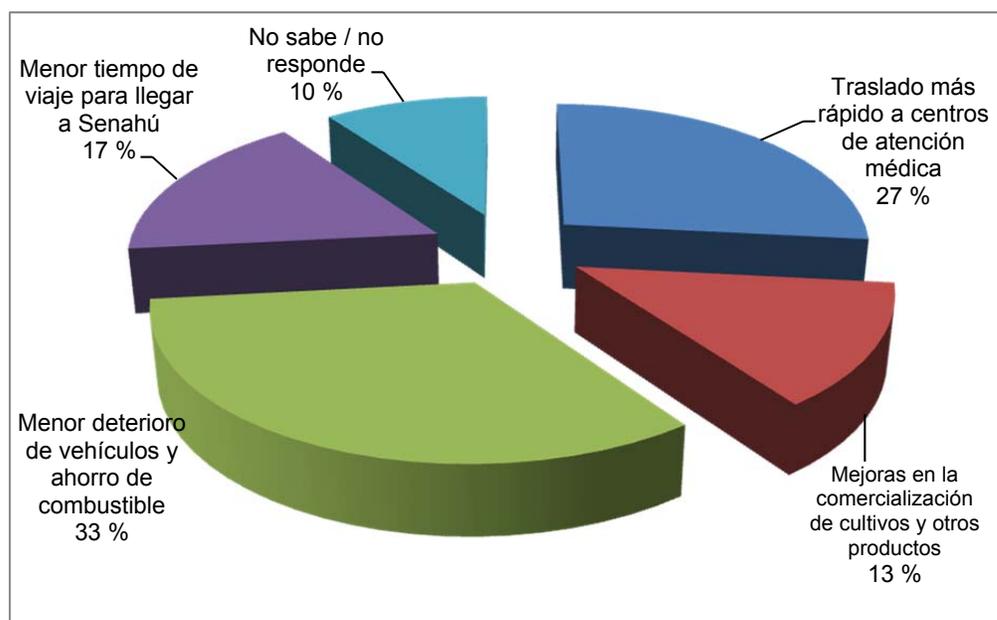
Tabla IX. **Beneficios sociales y económicos**

Respuesta	Frecuencia	%
Traslado más rápido a centros de atención médica	8	27
Mejoras en la comercialización de cultivos y otros productos	4	13
Menor deterioro de vehículos y ahorro de combustible	10	33
Menor tiempo de viaje para llegar a Senahú	5	17
No sabe/No responde	3	10
Total	30*	100

Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

* Algunos entrevistados dieron más de una respuesta.

Figura 27. **Beneficios sociales y económicos**



Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

- La opinión respecto a los riesgos debido a la pavimentación del tramo carretero, se presentan en la tabla X y figura 28, a este respecto el 47,00 % indicó que podrán haber más accidentes automovilísticos debido al incremento de velocidad; riesgo de atropello de personas y/o animales (37,00 %) y finalmente el 16,00 % no sabe/no responde.

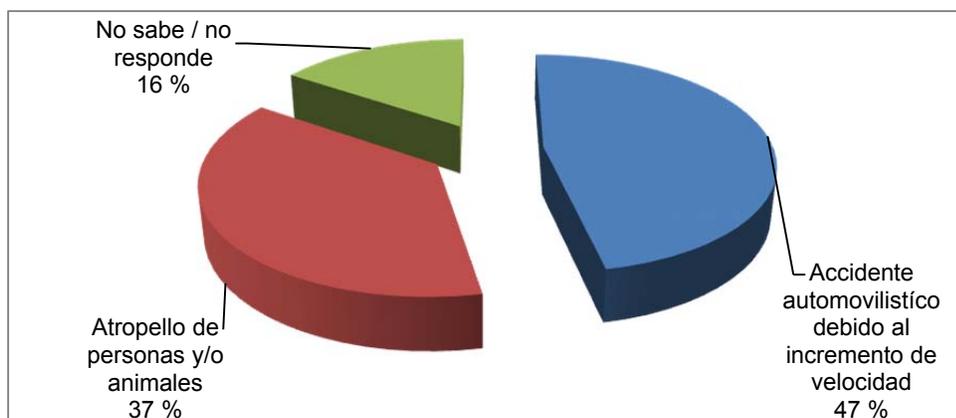
Tabla X. **Riesgos por la pavimentación de la carretera**

Respuesta	Frecuencia	%
Accidente automovilístico debido al incremento de velocidad	15	47
Atropello de personas y/o animales	12	37
No sabe/No responde	5	16
Total	32*	100

Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

* Algunos entrevistados dieron más de una respuesta.

Figura 28. **Riesgos por la pavimentación de la carretera**



Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

- En cuanto a las recomendaciones para evitar o minimizar los impactos negativos que provoca la rehabilitación de la carretera, 47,00 % no recomienda ninguna medida en vista de que opinan que no se provoca daños al ambiente; en tanto que 16,00 % proponen reforestar en las cercanías del proyecto; Arreglar los taludes para evitar derrumbes 31,00 %; el 2,00 % opina que no debe botarse tierra sobre los cultivos. Los anteriores resultados pueden verse en la tabla XI y figura 29.

Tabla XI. **¿Qué recomienda para evitar o minimizar los impactos negativos?**

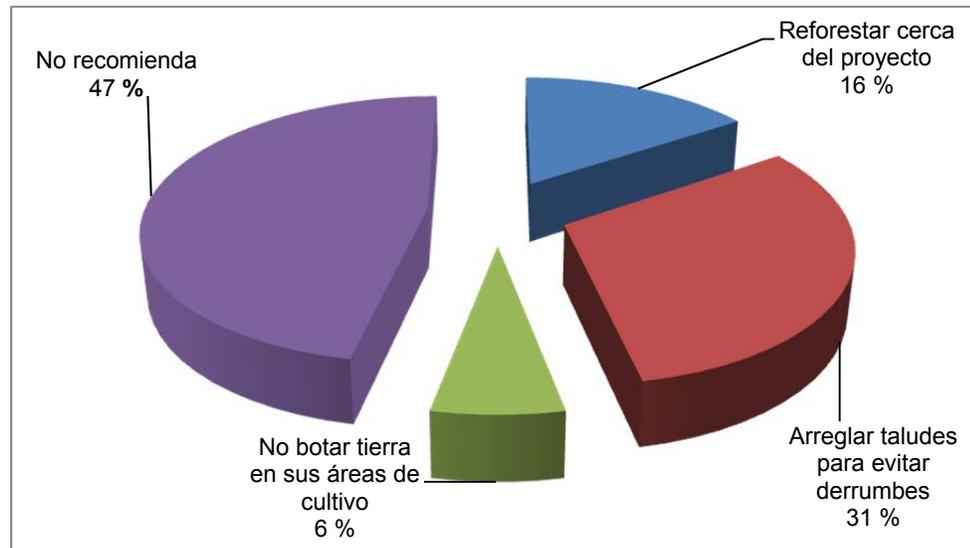
Respuesta	Frecuencia	%
Reforestar cerca del proyecto	5	16
Arreglar taludes para evitar derrumbes	10	31
No botar tierra en sus áreas de cultivo	2	6
No recomienda	15	47
Total	32*	100

Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

* Algunos entrevistados dieron más de una respuesta.

Debido a estas recomendaciones se puede observar que la población ve con buenos ojos la realización del proyecto pero al mismo tiempo se preocupa por el daño que se pueda suscitar en sus cultivos y en el medio ambiente del lugar.

Figura 29. **Recomendaciones para minimizar los impactos negativos**



Fuente: entrevistas de campo, septiembre de 2013.

De acuerdo en el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, del MARN, como requisito en la elaboración de instrumentos de evaluación ambiental, debe considerarse la participación pública.

El artículo 72 del reglamento mencionado, indica que el proponente del proyecto, conforme a los términos de referencia establecidos por el MARN, deberá involucrar a la población en la etapa más temprana posible del proceso de elaboración del instrumento ambiental, de manera que se puedan cumplir los requerimientos formales establecidos para la revisión y análisis.

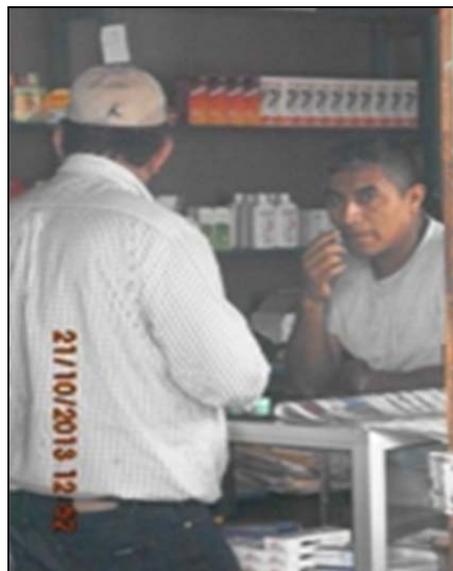
Las figuras 30 y 31, demuestran las entrevistas llevadas a cabo en el área del proyecto como parte del proceso de participación pública.

Figura 30. **Entrevista I**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Figura 31. **Entrevista II**



Fuente: cabecera municipal de Senahú.

7. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PRODUCTO DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y COSTOS DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN

En este apartado se presentan los conceptos, objetivos de un plan de gestión ambiental; asimismo el plan de gestión ambiental propiamente que debe regir durante la operación y mantenimiento del proyecto.

7.1. Qué es gestión ambiental

Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra, industria o actividad opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas.

La normativa sobre la política marco de gestión ambiental, contenida en el Acuerdo Gubernativo No. 791-2003, tiene como finalidad promover acciones para mejorar la calidad ambiental y la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras.

7.1.1. Objetivos

- Objetivo general
 - Promover acciones para mejorar la calidad ambiental y la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el

resguardo del equilibrio ecológico, necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras.

- **Objetivos específicos**
 - Promover la gestión sostenible y la protección y desarrollo del patrimonio natural, mejorando la conservación y la utilización sostenible de los recursos naturales, para coadyuvar a incrementar la calidad de vida de los guatemaltecos y guatemaltecas del presente y del futuro.
 - Fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promoviendo el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción limpia en los procesos productivos, fomentando el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental previniendo y minimizando los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente.

7.1.2. Ejes

La normativa sobre la política marco de gestión ambiental, gira alrededor de dos grandes ejes: a) ejes del área de gestión de la calidad ambiental y b) ejes del área de manejo sostenible del patrimonio natural. Por su importancia en este, trabajo se presentan los ejes del área de gestión de la calidad ambiental.

- **Eje de prevención ambiental:** la gestión ambiental preventiva se orienta a evitar que en el futuro se produzcan situaciones similares. Se trata de no

cometer de nuevo los errores del pasado, de modo de evitar los gastos de recursos que normalmente significa revertir condiciones críticas.

- Eje de restauración ambiental: la gestión ambiental restauradora, intenta componer o recuperar ciertas degradaciones ambientales históricas, sobre todo cuando ponen en peligro de manera significativa la salud y el bienestar de las personas, o el desarrollo de ciertas actividades productivas o de servicios en general; se trata de volver a poner ciertos recursos o aptitudes del medio ambiente en condiciones de ser utilizados para el desarrollo.
- Eje de evaluación, control y seguimiento ambiental: el seguimiento ambiental, en general, tiene por objetivo monitorear la evolución del ambiente en un proyecto desde las fases de construcción, operación y abandono de la actividad. El control ambiental, se aplica sobre todo al cumplimiento de las medidas de mitigación, protección y mejoramiento comprendidos en un proyecto.

7.1.2.1 Fortalecimiento y desarrollo de la institucionalidad ambiental

El fortalecimiento y desarrollo de la institucionalidad ambiental, con especial énfasis en la incidencia y en la formulación y coordinación de las políticas públicas, este eje se desarrolla a partir de la definición de prioridades ambientales enunciadas en esta política y de la generación de condiciones que garanticen el cumplimiento de los tratados, acuerdos convenios internacionales de los cuales Guatemala es signatario; de la política nacional de descentralización en lo referente al reconocimiento, la definición y complementariedad de las competencias institucionales con énfasis en el

fortalecimiento de las capacidades desconcentradas y capacidades municipales.

Es importante la creación de instancias de participación, de coordinación y la definición de reglas claras, bases fundamentales para el desarrollo de sinergias en el sector, de eficiencia y transparencia; sobre todo para fortalecer las capacidades de incidencia y de cumplimiento del marco legal vigente con un amplio sentido de responsabilidad y participación, estas instancias comprenden:

- El marco de coordinación de políticas públicas
- El desarrollo de la normativa
- El cumplimiento legal
- El fortalecimiento institucional
- La descentralización-desconcentración
- La participación
- La cooperación técnica y financiera
- Los programas y proyectos de incidencia estratégica

7.1.2.2 Desarrollo de sistema financiero ambiental

El desarrollo del sistema financiero ambiental promoverá la incorporación del tema ambiental en la agenda de la política económica y en el sistema financiero nacional, como un paso fundamental para lograr el desarrollo del sistema financiero ambiental mediante la creación y aplicación de instrumentos económicos de previsión, fomento y desarrollo, generados dentro de un proceso de diálogo y cooperación entre los actores económicos, públicos y privados.

El sistema financiero ambiental, debe ser capaz de incidir y de incorporar la riqueza ambiental en el proceso de desarrollo del país y de elaborar

mecanismos e instrumentos financieros para la sustentabilidad de la gestión ambiental

Particular importancia merecerá la creación, entre otros, de los siguientes instrumentos económicos:

- Instrumentos de pago por servicios ambientales
- Instrumentos de compensación ambiental (bonos, certificados, multas)
- Instrumentos de cumplimiento voluntario
- Fondos de previsión (garantías ambientales: seguros y fianzas)
- Fondo de fomento (asistencia técnica y financiera)

7.1.3. Definición

A partir del análisis sobre la gestión ambiental en Latinoamérica y el Caribe, el Banco Mundial propone la siguiente definición de la gestión ambiental: “El conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar la situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados”.

La gestión ambiental no solamente está referida al gobierno, sino que recientemente depende de las fuerzas sociales de muy diversa naturaleza, tal como lo evidencian diversos estudios sobre Latinoamérica y el Caribe. En su concepción más amplia, aproximaciones sucesivas, en el cual diversos actores públicos y de la sociedad civil desarrollan un conjunto de esfuerzos específicos con el propósito de restaurar, preservar y utilizar de manera sostenible el ambiente.

7.2. Plan de gestión ambiental

El plan de gestión ambiental, es el conjunto de operaciones técnicas y acciones propuestas, que tienen como objetivo asegurar la operación de un proyecto, obra, industria o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos y asegurar a los proponentes de proyectos, la mejora continua y la compatibilidad con el ambiente. Puede formar parte integral de los instrumentos de evaluación ambiental, a fin de organizar las medidas ambientales y los compromisos que implican.

En determinados casos, en la evaluación ambiental de proyectos, obras, industrias o actividades de moderado impacto, podrían ser solicitadas como complemento de la evaluación ambiental inicial.

El plan de gestión ambiental, que se presenta, debe ejecutarse para las etapas de operación y mantenimiento de la carretera, debido a que la etapa constructiva se encuentra finalizada, en el mismo se describe la variable ambiental afectada, la fuente generadora de impacto, el impacto ambiental y la medida de mitigación establecida.

7.2.1. Variable ambiental afectada

Se refiere al componente del medio ambiente que fue impactada durante la etapa de ejecución del proyecto así como también durante la etapa de post construcción del mismo.

7.2.1.1 Atmósfera (aire y ruido)

Se presentan las fuentes que generaron impacto, el impacto ambiental y las medidas de mitigación a implementarse para minimizar los impactos a la atmósfera.

- Fuente generadora de impacto
 - Utilización de maquinaria y equipo para la sustitución de planchas de concreto dañadas.
 - Funcionamiento de camión mezclador de concreto.

- Impacto ambiental
 - Incremento temporal y localizado de emisiones gaseosas, niveles de ruido, lo cual provoca molestias a los trabajadores de la obra y a los vecinos.

- Medidas de mitigación establecidas
 - Dotar de orejeras y mascarillas a los trabajadores
 - El campamento debe establecerse alejado de zonas habitadas

7.2.1.2 Agua subterránea, superficial y suelo

Al igual que para los demás componentes del medio se presentan las fuentes generadoras de impacto, el impacto ambiental y las medidas de mitigación establecidas para minimizar los efectos del proyecto sobre el agua y suelo.

- Fuente generadora de impacto
 - Funcionamiento del campamento, depósito de combustible y taller mecánico.
 - Manejo inadecuado de residuos del mantenimiento de maquinaria y aguas servidas.
 - Disposición de material sobrante producto de derrumbes

- Impacto ambiental
 - Probabilidad de contaminación del agua subterránea y suelo
 - Probabilidad de azolvamiento de ríos y corrientes
 - Pérdida de suelo debido a los derrumbes
 - Cambios en el uso del suelo
 - Erosión del suelo en botaderos

- Medidas de mitigación establecidas
 - Los depósitos de combustibles, así como el área de taller mecánico deben poseer piso impermeable.
 - Recolectar en toneles los aceites provenientes del mantenimiento de la maquinaria y enviarse a reciclaje.
 - Instalar dos sanitarios portátiles

- Al pie del talud de los botaderos actuales y futuros debe construirse muros de escollera de gaviones de retención de suelos, en una cantidad aproximada de 1 800 metros cuadrados.
- Revegetar los taludes de botaderos con gramíneas de la región, la cantidad aproximada a revegetar es de 1 200 metros cuadrados.
- Revegetación con gramíneas de la región los taludes de la carretera que se encuentren inestables, en total deben revegetarse un aproximado de 9 000 metros cuadrados.
- Construir muros de contención de concreto ciclópeo al pie de taludes inestables de la carretera, con el fin de que el suelo se vaya estabilizando, la cantidad aproximada es de 2 500 metros cúbicos.

7.2.1.3 Flora y fauna

Para los componentes flora y fauna, también se analiza la fuente generadora de impacto ambiental, el impacto propiamente dicho y las medidas de mitigación que deben ejecutarse.

- Fuente generadora de impacto
 - Construcción de obras de drenaje
 - Disposición de material producto de derrumbes
- Impacto ambiental

- Pérdida de vegetación en los alrededores de la salida de alcantarillas.
- Ocupación de suelos cubiertos con vegetación
- Medidas de mitigación establecidas
 - En la salida de alcantarillas y donde sea necesario deben construirse disipadores de energía en una cantidad aproximada de 100 metros cuadrados.
 - Revegetar los taludes de botaderos con gramíneas de la región, en la cantidad indicada para el componente suelo y agua.

7.2.1.4 Paisaje

Respecto al paisaje se anotan cuales con las fuentes de impacto, el impacto ambiental y las medidas a implementarse para mejorar el paisaje en el área.

- Fuente generadora de impacto
 - Derrumbes en la carretera
 - Disposición de material sobrante
 - Pavimentación de la carretera
- Impacto ambiental
 - Ruptura del paisaje del área

- Medidas de mitigación establecidas
 - Aplicar las medidas de mitigación indicadas para el componente suelo y agua.

7.2.1.5 Mano de obra

- Fuente generadora de impacto
 - Remoción de derrumbes
 - Limpieza de obras de drenaje
 - Remoción de planchas de concreto hidráulico dañadas

- Impacto ambiental
 - Probabilidad de accidentes, tales como lesiones por inadecuada utilización de la maquinaria o que la misma se encuentre con fallas mecánicas.
 - Probabilidad de atropellamiento por vehículos que se desplazan en el área.

- Medidas de mitigación establecidas
 - Dotar del equipo de protección a los trabajadores, tales como cascos, guantes, etc.
 - Utilización de maquinaria y equipo en buen estado de funcionamiento.

- Colocar señalización preventiva a lo largo de la carretera, en un aproximado de 15 señales elaboradas en acero galvanizado, así como colocación de conos.

7.2.1.6 Vecinos del área

A continuación se mencionan las fuentes que generan impacto hacia la mano de obra, el impacto ambiental y las medidas establecidas para minimizarlo.

- Fuente generadora de impacto
 - Derrumbes en la carretera
 - Funcionamiento de maquinaria y equipo
 - Operación del proyecto (utilización de la carretera)
- Impacto ambiental
 - Mayor tiempo de viaje en la etapa de construcción
 - Ruido por uso de maquinaria y equipo
 - Riesgo de accidentes de tránsito
- Medidas de mitigación establecidas
 - Ejecutar los trabajos en horario diurno
 - Informar al usuario de los horarios de trabajo
 - Colocar señalización preventiva a lo largo de la carretera

7.3. Costo de la medida de mitigación

En la tabla XII, se presenta un resumen con los costos de las medidas de mitigación, las cuales son producto del plan de gestión ambiental anteriormente propuesto.

Como puede observarse las medidas de mitigación se orientan a la protección de taludes inestables, los cuales al derrumbarse, no solo afectan la infraestructura vial, causan que la población quede incomunicada y en casos fatales provocar la muerte de peatones y personas que se conducen en vehículo al momento de suceder el evento.

Tabla XII. **Resumen de medidas de mitigación y costos**

Descripción de la medida de mitigación	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Costo total (Q)
Ejecutor ambiental	mes	10	15 000,00	150 000,00
Geólogo	mes	10	15 000,00	150 000,00
Equipo de protección a trabajadores.	U	10	global	25 000,00
Instalar sanitarios portátiles	U	2	3 000,00	6 000,00
Al pie del talud de botaderos, construir muros escollera de gavión.	m ²	1 800	2 300,00	4 140 000,00
Revegetar taludes de botaderos.	m ²	1 200	40,00	48 000,00
Revegetar taludes inestables de la carretera.	m ²	9 000	40,00	360 000,00

Continuación de la Tabla XII.

Construir muros de contención de concreto ciclópeo al pie de taludes inestables.	m ³	2 500	1 400,00	3 500 000,00
Construir disipadores en salida de alcantarillas.	m ²	100	185,00	18 500,00
Señalización tipo preventiva	U	15	1 500,00	12 500,00
Total				8 410 000,00

Fuente: elaboración propia.

7.4. Comparación del plan de gestión ambiental propuesto en el EIA y el determinado en el diagnóstico ambiental

El EIA de la DGC no cuenta con Plan de Gestión Ambiental, debido a que en el año que se realizó el mismo los términos de referencia del MARN no lo exigían, por lo que la comparación se hará contra las Especificaciones técnicas especiales ambientales propuestas en el EIA y las determinadas en el DA (tabla XIII).

Es importante indicar que si bien algunas medidas anotadas en el estudio de impacto ambiental (EIA) se orientaron hacia la mitigación de impactos determinados en el diagnóstico ambiental (DA), las mismas fueron insuficientes; el EIA consideró la existencia de un talud inestable, en tanto que el DA identificó 20 taludes inestables; por otro lado el EIA solo propuso dos sitios para la disposición de material de corte, mientras que en el DA se identificaron 8 sitios de disposición (tabla XIII).

Tabla XIII. **Comparación del plan de gestión ambiental propuesto en el EIA y el determinado en el DA**

Medidas de mitigación EIA	Medidas de mitigación DA
Ejecutor ambiental	Ejecutor ambiental
Geólogo (no se contrató)	Geólogo
Hidrólogo (no se contrató)	No se considera necesario
Sociólogo (no se contrató)	No se considera necesario
No se consideró equipo de protección	Equipo de protección personal
No se consideró instalación de sanitarios	Instalación de sanitarios portátiles
Construcción de muros de contención para depósitos de desperdicio con muros de gavión y construcción contracuneta.	Al pie del talud de botaderos, construir muros escollera de gaviones para retención de suelos.
Reforestación de áreas de botadero de desperdicios.	Revegetar taludes de botaderos con especies gramíneas.
Revegetación de taludes de corte y revegetación de terraza.	Revegetar taludes inestables con especies gramíneas.
No se consideró construcción de muros de contención.	Construir muros de contención de concreto ciclópeo al pie de taludes.
Reforestación de áreas de campamentos, planta de trituración y mezcla.	No es factible los terrenos son privados.
Reforestación de bancos de material	No se consideró, los bancos de material se vuelven a utilizar.
No se consideró construcción de disipadores.	Construcción de disipadores de energía en salida de alcantarillas.
No se consideró señalización preventiva.	Señalización tipo preventiva
Construcción de casetas de parada de bus.	No se consideró la medida ya fue implementada.
Reforestación del derecho de vía	La medida ya fue implementada

Fuente: elaboración propia.

8. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL PROYECTO

Con base en la situación ambiental actual del área de influencia del mismo, se realizó un análisis de la calidad ambiental que tiene el área de influencia a partir de la implementación del proyecto, tomando como base las medidas aplicadas, tanto dentro del ámbito del proyecto, como de sus efectos acumulativos.

8.1. Pronóstico de la calidad ambiental en el área del proyecto

De acuerdo al recorrido realizado en el área de influencia, se observó que no existen fuentes fijas de contaminación del aire, ni fuentes fijas de emisiones sonoras que afecten significativamente a los pobladores; la vegetación que se observó, conforma el paisaje típico de la región.

En relación a la calidad ambiental del recurso agua, se observó que la misma es cristalina (ver figura 32) y en época de invierno contiene cierta cantidad de sólidos disueltos y en suspensión, debido a la erosión de los suelos en las partes altas.

El área de Senahú por naturaleza es vulnerable a deslizamientos, estos se agravaron con el mejoramiento de la carretera (cortes por ampliación o cambio de línea) ya que algunos taludes se encuentran inestables lo que provoca su derrumbamiento; si a lo anterior se le agrega el hecho del uso de botaderos de material de corte, los cuales quedaron expuestos a erosión; las probabilidades

de afectar las aguas superficiales y subterráneas son altas debido al arrastre del suelo hacia zanjonés naturales y por ende a los ríos (ver figura 11).

Figura 32. **Río Candelaria**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

La calidad ambiental del componente flora y suelo, también se vieron afectados durante el mejoramiento de la carretera; árboles, arbustos y suelo fueron eliminados debido a que en algunos puntos se tuvo la necesidad de ampliar la sección de la carretera o donde hubo algún cambio de alineamiento y por la disposición de material producto de los cortes (ver figuras 7 y 12). En la actualidad estos componentes siguen siendo afectados; debido a la existencia de taludes inestables, cuyo derrumbamiento provoca pérdida de suelo y vegetación (ver figura 33) y por la inadecuada disposición de material producto de derrumbes, el cual está ocupando espacios con vegetación o suelos con potencial forestal o agrícola.

Figura 33. **Pérdida de suelo y vegetación**



Fuente: tramo carretero RD-AV 05, El Rosario-Senahú.

Respecto a las afectaciones a los componentes arriba indicados, si bien es cierto se aplicaron medidas de mitigación tanto para botaderos como para la estabilidad de taludes; estas fueron insuficientes o en su defecto ejecutado de manera deficiente (inadecuada compactación de botaderos y la no revegetación de taludes).

Durante la ejecución del proyecto, se vio alterado de manera temporal el componente atmosférico, debido a que la pavimentación de la carretera demandó la utilización de maquinaria, la cual por su naturaleza emite ruido, gases y partículas de polvo.

Con la pavimentación de la carretera, el componente atmosférico se vio beneficiado, debido a que ya no habrá levantamiento de partículas de polvo y las concentraciones de gases producto de la combustión de derivados del petróleo, son menores debido al incremento en la velocidad de operación.

9. ANÁLISIS DE RIESGO

Se entiende por gestión de riesgo un proceso social complejo, cuyo fin último es la reducción o la previsión y control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con ella, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenibles.

El riesgo ambiental, se define como la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales, en un sitio particular, y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

El riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico, atmosférico o también de origen tecnológico o provocado por el hombre. Las causas naturales y antrópicas identificadas, en el área del proyecto de mejoramiento y pavimentación de la ruta departamental AV-05, El Rosario-Senahu y que potencialmente pueden provocar riesgo ambiental, se deben principalmente a:

9.1. Riesgo de inundación

Debido a la crecida de ríos, son susceptibles de sufrir inundaciones 11 comunidades, con cerca de 110 familias para un total de cerca de 1 000 personas, distribuidas en las comunidades siguientes: colonia 30 de Mayo, barrio Las Delicias, barrio El Cementerio, La Providencia, Nuevo Seamay, Yalijux, Sequilá II, Arenal, Chimaxyat, Santo Domingo y Cabañas.

Por la topografía donde se desarrolla la carretera el riesgo de inundarse es casi nulo, con excepción del área donde se ubica el río Candelaria, el cual en una crecida máxima podría inundar la carretera y obstruir el paso de vehículos y personas.

9.2. Riesgo a deslizamientos

Históricamente el municipio ha sido afectado por deslizamientos y flujos de detritus, que han traído pérdidas en cuanto a la infraestructura, medios de producción y lo más lamentable, pérdida de vidas humanas.

En su mayoría, los deslizamientos registrados corresponden a eventos ocurridos principalmente en cortes de carreteras y desprendimientos de material durante las jornadas de trabajo en la extracción de materiales de canteras. Los primeros deslizamientos en los caminos tienen su causa principal en la inestabilidad inducida en los taludes de corte y la deforestación relacionada con la construcción de carreteras; factores que combinados con la sismicidad y microsismicidad que en general afecta a todo el país.

Derivado de la visita de campo, en la tabla XIV se puede apreciar los sitios a lo largo del proyecto donde pueden ocurrir deslizamientos, ubicando la estación 0+000 al inicio del tramo carretero.

En dicha tabla se observan 23 puntos probables de deslizamientos en los cuales el terreno quedó altamente inestable debido a los cortes realizados para mejorar el ancho de vía y así conseguir la sección típica del proyecto.

Tabla XIV. **Puntos con riesgo de deslizamientos**

Estación	Lado	Observación
0+400	LI	Posibilidad de derrumbe, talud inestable
0+800	LD	Muro de contención por talud inestable
1+200	LI	Talud inestable
1+700	LI	Estabilizar talud
2+000	LD	Muro de contención construido, talud inestable
2+900	LD	Posibilidad de derrumbe, estabilizar talud
3+500	LD	Muro de gavión construido, talud inestable
4+100	LD	Muro de gavión construido, talud inestable
5+000	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
5+600	LI	Talud inestable
6+200	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
7+400	LD	Terrazas, susceptibilidad a erosión
7+800	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
8+700	LI	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
8+700	LD	Botadero mal compactado, suelo expuesto a erosión
9+500	LI	Talud inestable, construir muro de concreto ciclópeo
13+000	LI	Botadero expuesto a erosión
15+100	LI	Cárcava inestable
15+200	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
15+800	LI	Talud inestable
16+300	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
17+400	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
18+300	LD	Muro de concreto ciclópeo, talud inestable
21+560		Final del proyecto

Fuente: recorrido de campo, octubre de 2013.

9.3. Riesgo sísmico

Guatemala es un país con una superficie relativamente pequeña, pero sísmica, tectónica y volcánicamente activa. Los principales terremotos ocurridos en el país han sido: el terremoto de 1902; el de 1911, los de 1917 y 1918, el del 6 de agosto 1942, que ha sido el de mayor magnitud hasta la fecha, el de 1959, el de 1976, el segundo en magnitud pero el más destructor, el de 1985 en Uspantán el de 1991 en Pochuta y el más reciente el del 7 de noviembre de 2012 en San Marcos.

La posición geográfica del área del proyecto está situada al norte de la zona de falla del Polochic, lo que permite inferir deterministamente la posible ocurrencia de temblores menores (de 2 y 4 grados en la escala de Richter). El área del proyecto se encuentra situada en la clasificación V, del mapa de intensidades de Mercalli, dentro de la cuál ocurrieron algunos derrumbes, deslizamientos y agrietamientos durante el terremoto del 1976.

Es pertinente indicar que Guatemala es un país sísmicamente activo, por lo que este tipo de eventos pueden ocurrir en cualquier momento, principalmente en las áreas sismogénicas, como lo son las zonas de falla Polochic-Motagua y que un terremoto como el de 1976, es una amenaza alta para cualquier proyecto que se ubique en la zona de influencia de la falla del Polochic-Motagua

10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN A IMPLEMENTARSE DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRAMO CARRETERO

Las medidas de mitigación a implementarse son producto del diagnóstico ambiental del proyecto y las mismas se sintetizan como compromisos ambientales; así mismo se dicta la política ambiental que debe regir en el proyecto durante las etapas de operación y mantenimiento de la carretera.

10.1. Síntesis de compromisos ambientales

Luego de la identificación de impactos ambientales realizada en el diagnóstico ambiental, elaboración del plan de gestión ambiental y del análisis de riesgo; se estableció que luego de ejecutados los trabajos de mejoramiento y pavimentación de la ruta departamental AV-05, El Rosario-Senahu, departamento de Alta Verapaz, los principales impactos ambientales son, erosión de suelos por inestabilidad de taludes de la carretera; afecciones al suelo, vegetación y agua superficial debido a la inadecuada disposición de material producto de los cortes para mejorar la carretera o por disposición inadecuada de material producto de derrumbes.

Por lo anterior, los compromisos ambientales deben dirigirse a la implementación de aquellas medidas que minimicen o reduzcan las afecciones a los componentes ambientales mencionados.

Los compromisos ambientales, que son urgentes de implementarse se indican en la tabla XV.

Tabla XV. **Síntesis de compromisos ambientales para las etapas de operación y mantenimiento**

Medio	Compromiso ambiental
Hidrológico, suelo, paisaje y flora	<ul style="list-style-type: none"> • El área de campamento debe poseer piso impermeable, recolectar los aceites provenientes del mantenimiento de maquinaria e instalar sanitarios portátiles. • Al pie del talud de los botaderos actuales y futuros debe construirse muros escollera de gaviones de retención. • Revegetar los taludes de botaderos y taludes inestables de la carretera con gramíneas. • Construir muros de contención de concreto ciclópeo al pie de taludes inestables de la carretera. • En la salida de alcantarillas y donde sea necesario deben construirse disipadores de energía.
Mano de obra y usuarios de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> • Dotar del equipo de protección a los trabajadores. • Colocar señalización preventiva. • Ejecutar los trabajos en horario diurno. • Informar al usuario de la ruta acerca de los trabajos de remoción de derrumbes.

Fuente: elaboración propia con base en el Plan de Gestión Ambiental, octubre de 2013.

10.2. Política ambiental del proyecto

Los objetivos de la política ambiental del proyecto son contribuir para que el mantenimiento y operación, se desarrolle mediante buenas prácticas ambientales a fin de garantizar un proyecto con sostenibilidad ambiental.

El contratista que lleve a cabo el mantenimiento de la carretera o para futuras rehabilitaciones deberá establecer una política de mejora continua en sus procesos; en especial debe contar con un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria; plan de seguridad industrial; plan de manejo de desechos sólidos producto de los constantes derrumbes que se presentan en el área; plan de manejo de desechos líquidos (entiéndase lubricantes producto del mantenimiento de la maquinaria y aguas residuales del campamento); plan de socialización del proyecto con usuarios y vecinos y plan de señalización vial.

Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, a continuación se presenta la política ambiental que debe regir al proyecto durante su operación y mantenimiento.

- Cumplimiento de la legislación ambiental del país
- Cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental
- Cumplimiento de los compromisos ambientales
- Aplicación de sanas prácticas de Ingeniería

CONCLUSIONES

1. Realizada la caracterización ambiental del área de influencia, principalmente en sus aspectos físicos: suelos, clima y amenazas naturales; se llega a la conclusión que el área presenta alta vulnerabilidad a deslizamientos.
2. La reestructuración en la planificación original provocó que en algunos componentes se presentarán mayores o menores impactos ambientales, los cuales no se reflejaron en el EIA preparado para el proyecto.
3. Los principales impactos ambientales provocados por el mejoramiento y pavimentación de la carretera fueron: impermeabilización del suelo, pérdida de suelo y vegetación, aumento de sólidos suspendidos en corrientes de agua superficial debido a cortes para ensanchar la carretera, cambios de alineamiento y disposición de material de desperdicio en botaderos mal compactados y ubicados en sitios con presencia de suelo agrícola, áreas con vegetación y cercanos a corrientes de agua superficial.
4. Existen diferencias entre las especificaciones técnicas especiales ambientales (ETEA), propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental elaborado por la DGC, las ETEA del contrato de obra y las ETEA ejecutadas. Lo anterior debido a que hay algunas ETEA que no son factibles de ejecutar; durante la ejecución de la obra se visualizan otros impactos ambientales no pronosticados en el EIA que deben ser atendidos y el peor de los casos se utilizan los renglones ambientales para la ejecución de otros renglones dentro de la obra.

5. Del análisis al Estudio de Impacto Ambiental preparado por la DGC, se concluye que los impactos identificados en su mayoría fueron los que comúnmente se presentan en proyectos de infraestructura vial, no consideró impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento y las medidas de mitigación propuestas fueron insuficientes. Para citar un ejemplo, en el EIA se identificó solo un punto crítico de deslizamiento, en tanto que durante el recorrido realizado en el diagnóstico ambiental se identificaron más de 20 puntos naturales susceptibles a deslizamiento.

6. De la revisión de los informes de supervisión ambiental, se llega a la conclusión, que se dio cumplimiento a las medidas de mitigación ambiental propuestas en el contrato de obra, aunque estas fueron insuficientes.

7. De la percepción que los beneficiarios tienen del proyecto, en relación a las afecciones que el mismo pudo ocasionar al medio ambiente, la mayoría (60 %) indicaron que la ejecución del proyecto no afectó el medio ambiente; en tanto que 32 % indica que sí se afectó el medio ambiente y 8 % no supo responder. Los entrevistados que manifestaron que sí se afectó el medio ambiente, indicaron lo siguiente, tala de árboles, daño a cultivos por disposición de material sobrante y emanaciones de polvo por uso de maquinaria.

RECOMENDACIONES

1. En el momento de presentarse cambios significativos en la planificación original de un proyecto, el ente encargado de la gestión ambiental de la institución ejecutora debe hacer las actualizaciones en el estudio de impacto ambiental, debido a que es posible que los impactos ambientales y por ende las medidas de mitigación varían con la nueva planificación.
2. Debido a que existen diferencias entre las especificaciones técnicas especiales ambientales (ETEA) determinadas en el Estudio de Impacto Ambiental, las ETEA contratadas y las ETEA ejecutadas, el ente encargado de la gestión ambiental de la institución ejecutora del proyecto, debe revisar y avalar las bases de licitación del proyecto, revisar y avalar el contrato de obra y llevar a cabo el monitoreo ambiental del proyecto con el fin de que no existan las diferencias indicadas y cualquier cambio, que surja este debe ser factible y no contravenir la legislación ambiental del país.
3. Las medidas de mitigación indicadas en el Plan de Gestión Ambiental y que deben ejecutarse en la etapa de operación y mantenimiento de la carretera, son la protección de taludes inestables, mediante su revegetación y construcción de muros de contención; recuperación de las áreas de disposición de material producto de derrumbes, mediante su adecuada compactación y posterior revegetación; ambas actividades orientadas a prevenir la pérdida de suelo por erosión, el azolvamiento de corrientes de agua y la ocupación de suelos agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA LINARES, Melinton Vinicio. *Diagnóstico ambiental. Proyecto M-14 Peaje CA-14 - Puente San Vicente, Puente Chiu Cobán – San Juan Chamelco, y Cobán – San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz*. Guatemala 2007. 152 p.
2. DUARTE DIAZ, José Miguel. *Requerimientos legales, ambientales que se deben considerar para la construcción de edificaciones en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 109 p.
3. Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*, 1985. 130 p.
4. _____. Congreso de la República. Código Municipal Decreto 12-2002, 2002. 59 p.
5. _____. Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de San Antonio Senahú, Alta Verapaz, Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. *Plan de Desarrollo Senahú, 2011-2025*, 2010. 109 p.
6. _____. Dirección General de Caminos. *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*, 2001. 807 p.

7. _____. *Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto de Rehabilitación, Mejoramiento y Pavimentación de la Ruta Nacional 7E, San Julián – Intersección CA-13, Aldea Fronteras; y Acceso a Senahú*, 2003. 88 p.
8. _____. Ley de Contrataciones del Estado Decreto 57-92, 1992. 32 p. y su Reglamento (Acuerdo Gubernativo 1056-92).
9. _____. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Decreto 68-86, 1986. 16 p.
10. _____. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y sus reformas Acuerdo Gubernativo 431-2007, 2007. 11 p.
11. _____. *Términos de Referencia para la elaboración de un diagnóstico ambiental*, 2003. 5 p.
12. _____. Presidencia de la República. Normativa Sobre La Política Marco de Gestión Ambiental Acuerdo Gubernativo 791-2003, 2003. 7 p.
13. Instituto Nacional de Vías, Ministerio de Transporte, República de Colombia. *Políticas y Prácticas Ambientales*. 1997. 120 p.
14. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras*. 2002. 73 p.

15. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial*. 2010. 342 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de avance físico de especificaciones técnicas ambientales (ETEA)

Descripción	Unidad de medida	Cantidad programada	Cantidad ajustada	Avance físico	
				Ejecutado en el mes	Acumulado
Ejecutor ambiental.	Mes	17	35	00	33
Establecimiento plantación forestal	ha	21 600	21 600	0	21 600
Mantenimiento plantación forestal	ha	18,00	18,00	0	18,00
Revegetación con especies arbustivas	m ²	15 000	15 000	00	15 000
Construcción de gaviones	m ²	900	0	00	00
Construcción de Casetas para parada de buses Tipo B	U	10	10	00	10
Delimitadores derecho de vía	U	1 000	500	00	458
Sociólogo	Mes	6	6	00	6
Identificación áreas recuperadas	Rótulos	25	25	00	25

Fuente: *Katahira & Engineers International*, Empresa Supervisora, octubre de 2013

Anexo 2. Cuadro de cumplimiento de disposiciones generales ambientales (DIGAS)

DIGA	Actividad	Descripción	Cumplimiento
1	Protección de la vegetación	Se ha recuperado la vegetación removida en los sitios cuando fueron habilitados botaderos, por cambios de líneas y ampliación de sección típica, mediante revegetación y reforestación.	Se revegetaron taludes de botaderos
2	Protección de la fauna	Se presupone que ha existido migración de especies animales por ruido y remoción de árboles que les proporcionaban cobijo y alimento, por lo que la reforestación y revegetación cumplen con esas funciones. Además se realizaron pláticas con los empleados de la empresa contratista para evitar actividades de cacería.	Se establecieron reforestaciones y revegetaciones
3	Ruido	Utilización de maquinaria más reciente a 1995 para evitar ruidos exagerados.	Sí
4	Agua	Se han construido piletas de sedimentación en la planta trituradora y en la planta de concreto para el lavado de camiones de trasiego de concreto.	Se construyeron piletas
5	Aire	No hay problema de polvo, por haberse terminado la pavimentación.	No aplica
6	Desechos sólidos	Se reciclaron desechos orgánicos mediante compostaje y se evacúan los desechos inorgánicos.	Sí

Continuación de Anexo 2

7	Productos y desechos del petróleo	Se evacuaron desechos de petróleo mediante empresas recicladoras.	Sí
8	Taller mecánico	Se evacuaron piezas de repuesto mediante empresas recicladoras.	Sí
9	Campamentos	Se gestionaron los campamentos de acuerdo al plan de manejo en la construcción y operación de campamentos, talleres y depósitos de combustibles.	Sí
10	Banco de materiales	Se gestionaron los bancos de materiales de acuerdo al plan de manejo en la instalación y operación de plantas de trituración y asfalto.	Sí
11	Protección del suelo fértil	Se ha depositado material edáfico en las coronas de botaderos, que sirven de sustrato para reforestaciones y revegetaciones.	Sí
12	Control de sedimentos	Los botaderos han sido revegetados y al pie de los taludes han sido construidas estructuras de estabilización. Además se construyeron bordillos y sedimentadores para evitar que sedimentos corran a cuerpos de agua.	Sí
13	Protección de objetos arqueológicos	No se identificaron objetos arqueológicos en el tramo.	No aplica

Continuación de Anexo 2

14	Limpieza general	En los frentes de trabajo hubo grupos de obreros que limpiaron el lugar.	Sí
15	Planta asfáltica o de concreto	Se gestionó la planta dosificadora de concreto de acuerdo al plan de manejo respectivo.	Sí
16	Ruta alterna	Por las características geográficas del proyecto, no se tienen rutas alternas.	No aplica
17	Obstáculos en la carretera	La empresa constructora deja expedita la carretera después de terminar labores en los frentes de trabajo, y se evacúan los deslizamientos.	Sí
18	Sistema de protección de obras	La empresa constructora se asegura que las obras que se están trabajando queden protegidas de vandalismo.	Sí
19	Señalización vial	Los frentes de trabajo y áreas específicas del proyecto fueron señalizados con dispositivos de señalización informativa, preventiva y prohibitiva.	Sí
20	Prevención de accidentes	Los obreros recibieron continuamente retroalimentación de planes de salud preventiva.	Sí

Fuente: *Katahira & Engineers International*, Empresa Supervisora, octubre de 2013.

Anexo 3. **Factores ambientales impactados y acciones de mitigación implementadas**

No.	Factor Ambiental	Descripción	Mitigación
1	Hídrico	Generación de aguas residuales por lavado de agregados en planta trituradora y por generación de concreto.	Se construyeron piletas de sedimentación en la planta de concreto.
2	Edáfico	Derrumbes y cortes por ampliación de la sección típica.	Se ha depositado material edáfico en botaderos, que han recibido trabajos de mantenimiento.
3	Atmosférico	Generación de partículas suspendidas (polvo) en el área de influencia directa del proyecto, en días sin lluvia.	No aplica, pues todo el tramo ha sido pavimentado.
4	Flora	Se ha removido la vegetación existente en los sitios para la habilitación de botaderos, cambios de líneas y ampliación de la sección típica.	Se aplicaron tareas de mitigación directa a las áreas impactadas mediante reforestaciones y revegetaciones.
5	Fauna	Se presupone que ha existido migración de especies animales por ruidos.	Fueron establecidas reforestaciones y revegetaciones para devolver a estas especies refugio y alimentos.

Continuación de Anexo 3

6	Sonoro	Los trabajos en el proyecto generan ruidos en el área de influencia directa.	Se proporcionó orejeras a los obreros que laboraron en el área de influencia directa del proyecto donde existió generación de ruidos.
7	Seguridad Vial	Los frentes de trabajo del proyecto se han convertido en un área con riesgos de percances viales.	Los frentes de trabajo fueron delimitados con señalización preventiva y señalización alternativa.
8	Socioeconómico	Se percibe cierta molestia en los pobladores de las zonas adyacentes al proyecto, por movimientos de tierras en sus presuntas propiedades, y sobre todo, por las interrupciones de tráfico en ciertos frentes de trabajo.	Fueron ejecutadas actividades de sensibilización a la población afectada; estas actividades de sensibilización fueron impartidas por parte del equipo de ejecución y supervisión ambiental.

Fuente: *Katahira & Engineers International*, Empresa Supervisora, octubre de 2013.

Anexo 4. Recomendaciones

DGA	Recomendaciones	Descripción
1	Legales	
2	De gestión	
3	Técnicas	
4	Seguridad vial y humana	Exigir el uso del equipo de protección del personal al personal de la empresa contratista. Continuar con la señalización temporal preventiva e informativa en los frentes de trabajo de limpieza de deslizamientos sobre la pista, limpieza de cunetas y reparación de cunetas laterales.

Fuente: *Katahira & Engineers International*, Empresa Supervisora, octubre de 2013.

Anexo 5. Comparación de Especificaciones Técnicas Especiales Ambientales (ETEA)

ETEA del EIA	ETEA contratadas	ETEA ejecutadas
Ejecutor Ambiental	Ejecutor Ambiental	Ejecutor Ambiental
Geólogo	Geólogo	No se contrató
Hidrólogo	Hidrólogo	No se contrató
Sociólogo	Sociólogo	Sociólogo
Reforestación de áreas de campamentos, planta de trituración y mezcla.	Reforestación de áreas de campamento, planta de trituración y mezcla.	No se ejecutó
Reforestación de bancos de material.	Reforestación de bancos de materiales	No se ejecutó
Reforestación de áreas de botadero de desperdicios.	Reforestación de áreas de botadero de desperdicios.	No se ejecutó
Construcción muro gavion	No se contrató	No se ejecutó
Revegetación de terraza	No se contrató	No se ejecutó
Construcción contracuneta	No se contrató	No se ejecutó
No se consideró	No se contrató	Establecimiento de Plantación Forestal.
No se consideró	Mantenimiento de la plantación forestal.	Mantenimiento de Plantación Forestal.
No se consideró	Revegetación con especies arbustivas o rastreras.	Revegetación con especies arbustivas.

Continuación de Anexo 5

No se consideró	No se contrató	Construcción de gaviones.
Construcción de casetas de parada de bus	Construcción de casetas para parada de buses, Tipo B.	Construcción de casetas para parada de buses Tipo B.
No se consideró	No se contrató	Delimitadores de derecho de vía.
No se consideró	Identificación de áreas recuperadas.	Identificación de áreas recuperadas.
Revegetación de taludes de corte.	No se contrató	No se ejecutó
Construcción de muros de contención para depósitos de desperdicio con muros de gavión.	No se contrató	No se ejecutó
Reforestación del derecho de vía.	Reforestación del derecho de vía.	No se ejecutó
No se consideró	Monitoreo de parámetros ambientales.	No se ejecutó

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental elaborado por la DGC, contrato de obra e Informe de supervisión ambiental.