Apéndice 2: Aplicación de la Guía para la Integración de Consideraciones Climáticas en EIA

Proyecto "Fortalecimiento institucional, herramientas de evaluación de impacto ambiental con consideraciones climáticas y vulnerabilidad climática en El Salvador"

MARN
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Guía preparada para el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Apéndice 2: Aplicación de la Guía para la Integración de Consideraciones Climáticas en EIA

Proyecto "Fortalecimiento institucional, herramientas de evaluación de impacto ambiental con consideraciones climáticas y vulnerabilidad climática en El Salvador" (Número de proyecto CDKN: AALA-0010)

Marzo 2017

Autoras principales:
Jimena Eyzaguirre y Patricia de la Cueva (ESSA Technologies Ltd.)

Agradecimientos:
Las autoras agradecen los aportes de Yid Zelada, Ana Domitila Perdomo, Marcia Barrera de Calderón, Ernesto Durán y Lorena Grande recibidos a lo largo del desarrollo de la guía y de su pilotaje. La retroalimentación recibida durante talleres de capacitación e informativos entre enero 2016 y enero 2017 enriqueció la versión final de la guía. En especial se agradece al equipo de técnicos del MARN y de otras agencias que apoyaron la conducción de talleres y participaron activamente en el pilotaje de la guía: Sebastián Campos, Evelyn Canjura, Xiomara Estrada, Roberto Platero, Leslie Martinez, Rocío Sibrián, Karla Tobar, Nidia Menjivar, Ana Elizabeth Durán, Francisco Castellón, Luis Jaime, Berta Arenívar, G. Marcela Linares, Gloria Cerros, Luis Alberto Franco, Jorge Pinto, Deyman Pastora y Violeta Aguilar. Finalmente agradecemos el soporte financiero, operativo y técnico de CDKN.

Foto de portada: Taller de capacitacion al personal de MARN © 2017 ESSA Technologies Ltd.

Este documento es el resultado de un proyecto encargado a través de la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). CDKN es un programa financiado por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID) y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGIS) de los Países Bajos en beneficio de los países en desarrollo. Las opiniones expresadas y la información incluida en el mismo no reflejan necesariamente los puntos de vista o no son las aprobadas por el DFID, la DGIS o las entidades encargadas de la gestión de la Alianza Clima y Desarrollo, quienes no podrán hacerse responsables de dichas opiniones o información o por la confianza depositada en ellas.

© 2017, All rights reserved

Indice

1 Introducción y contexto del estudio de caso 4
1.1 Objetivos y alcance del Apéndice 2 4
1.2 Descripción del proyecto 4
2 Riesgos climáticos y adaptación 6
Módulo A1: Definición del alcance del análisis de riesgos por cambio climático 6
Módulo A2: Información climática y adaptación de la línea base 13
Módulo A3: Evaluación de riesgos climáticos 19
Módulo A4: Gestión de riesgos climáticos y adaptación 25
3 Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación 30
Módulo M1: Definición del alcance de las emisiones de gases de efecto invernadero 30
Módulo M2: Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero 31
Módulo M3: Mitigación y manejo de gases de efecto invernadero 34

1 Introducción y contexto del estudio de caso

1.1 Objetivos y alcance del Apéndice 2

Con objeto de ilustrar la aplicación de la "Guía para Titulares" y clarificar los conceptos clave para la evaluación de riesgos climáticos y adaptación y la evaluación de emisiones y mitigación a nivel de proyecto en el contexto del proceso de evaluación de impacto ambiental (EIA), se incluye en el presente apéndice un estudio del caso de un proyecto real. Se ha escogido como ejemplo el proyecto "**Ampliación de la carretera CA04S, Tramo II: entre km 22.36 (Salida Sur de Zaragoza) - km 31.86 (Inicio By Pass de La Libertad), departamento de La Libertad**", desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y de Vivienda y Desarrollo Urbano.

Tomando como principal fuente de información el Estudio de Impacto Ambiental desarrollado para este proyecto en 2015, se ha realizado una aplicación simplificada de la guía, siguiendo los enfoques propuestos en los distintos módulos de adaptación y mitigación y adaptándolos a las particularidades del proyecto y a la información fácilmente disponible. Los resultados de este ejercicio se plasman en el presente documento, que además documenta las dificultades encontradas, los recursos y metodologías utilizadas, etc. Cabe destacar que este ejemplo de aplicación no incluye los módulos de monitoreo (A5 y M4), que requerirían para su aplicación completar los módulos anteriores de forma detallada.

Para documentar la aplicación de la guía se han utilizado las plantillas del fichero Excel adjunto a la guía. En los cuadros que reproducen alguna de estas plantillas se ha indicado entre paréntesis el número de plantilla correspondiente.

1.2 Descripción del proyecto

El proyecto implica la ampliación de un tramo de aproximadamente 10 km de la carretera CA04S. Los municipios por los que pasa este tramo de la carretera son: Zaragoza, San Jose Villanueva y La Libertad (**Error! Reference source not found.**). El tramo atraviesa zonas urbanas y rurales (ver usos del suelo por los que atraviesa la carretera en la Figura 2). El análisis de vulnerabilidad desarrollada para el EIA indica que la vía es susceptible a pequeños deslizamientos debido principalmente a eventos lluviosos.

Figura 1: Ubicación del proyecto

Desde la perspectiva de otros riesgos potenciales, cabe mencionar que la carretera es atravesada por numerosos cauces de diversa magnitud (desde quebradas hasta ríos más importantes). Todas las obras de paso que dan continuidad a estos cauces fueron diseñadas para el régimen de precipitaciones predominante y utilizado datos de lluvia de los últimos años.

Además de zonas urbanas, sobre todo en el entorno del municipio de Zaragoza, el proyecto atraviesa sistemas agroforestales, terrenos utilizados para cultivos de granos básicos, terrenos agrícolas con importante espacio con vegetación y también pastos naturales y bosques caducifolios (Figura 2). A lo largo de la carretera se han desarrollado numerosos asentamientos, de uso residencial y comercial. Este desarrollo ha ocurrido en su mayor parte de forma desorganizada e informal.

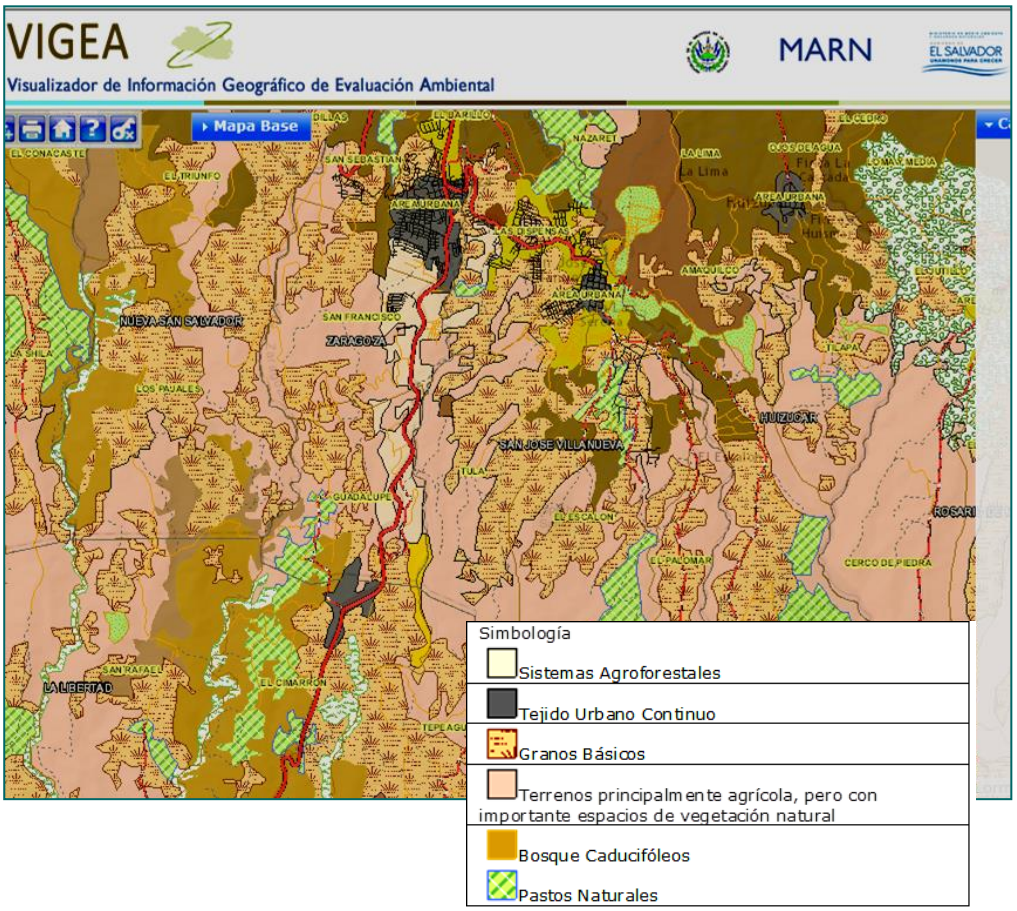


Figura 2: Usos del suelo a lo largo del tramo de carretera intervenido

2 Riesgos climáticos y adaptación

Módulo A1: Definición del alcance del análisis de riesgos por cambio climático

El objetivo de este módulo es identificar los componentes del proyecto y los receptores del medio (ambientales o sociales) más sensibles al cambio climático y que meritan una análisis de riesgos en los módulos consecutivos.

Paso 1: Identificar los receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático

¿Cuáles son los receptores (ambientales o sociales) afectados por el proyecto que también son ***sensibles al clima***? Esta es la pregunta que se trata de contestar en este paso. Para identificar estos receptores podemos partir de los componentes impactados por el proyecto que se han identificado como parte del proceso de evaluación de impactos. En este caso, en el Capítulo 7 del EIA se ha incluido una matriz de interacción del proyecto y su entorno en la que se han identificado los componentes del medio (receptores) que pueden verse afectados por las acciones del proyecto.

	Receptores ambientales y sociales impactados por el proyecto																										
Variables y procesos climáticos que pueden afectar a los receptores	Factores fisicos													Factores bioticos				Factores socioeconomicos									
	Formaciones geológicas	Estabilidad geológica	Uso potencial del suelo	Fertilidad del suelo	Estabilidad del suelo	Hidrología superficial (caudales y patrones)	Cauces de aguas (arrastre y deposición de sedimentos)	Lecho de ríos (socavación)	Recarga de acuíferos	Calidad del agua	Fuentes de agua	Calidad del aire	Clima	Flora amenazada	Fauna y avifauna	Fauna y avifauna amenazada	Hábitats y rutas migratorias	Arqueología y edificaciones con valor histórico y cultural	Monumentos religiosos	Propiedad privada	Salud pública	Servicios básicos	Riesgos ocupacionales	Tráfico vehicular y peatonal	Poblacional aledaña a la vía	Desarrollo económico	Generación de empleo
Temperatura media				X						X		X	X	X	X		X										
Temperaturas extremas												X	X								X						
Precipitación anual						X			X		X		X	X	X	X	X					X					
Sequía				X		X								X	X	X	X										
Inundación		X	X		X																X			X	X		
Precipitación extrema		X			X	X		X															X				
Nivel del mar																											
Caudales de los ríos		X				X		X		X	X						X			X							
Humedad del suelo			X	X																							
Aguas subterráneas						X			X		X											X					
Tasa de evaporación										X				X													
Velocidad del viento																							X	X			
Deslizamientos de tierras		X	X		X					X				X				X	X	X	X		X	X	X		

Suelos y taludes

Especies de flora y fauna

Salud de las comunidades

Hidrología

Cuadro 1: Matriz de interacción proyecto-ambiente (adaptada del EIA original)

Nota: Las casillas marcadas con una equis indican que los receptores se verían afectados por cambios en las variables y/o procesos climáticos

Hay que señalar que el objetivo de este paso es priorizar los receptores más importantes de forma que el análisis sea lo más centrado posible. Al analizar la matriz de interacciones (**Error! Reference source not found.**) se identifican cuatro grupos de receptores que serían los más sensibles a factores climáticos: especies de flora y fauna, hidrología superficial, suelos y taludes y salud de las comunidades.

Dentro del grupo 'especies de flora y fauna', se identifican como más prioritarias las especies amenazadas. En la zona del proyecto se reportaron las siguientes especies amenazadas: *cascabel*, *gato zonto*, *tepezcuintle*, *iguana verde*, *falso coral*, *coral* y *cedro*. Dentro de estas especies, el **tepezcuintle** (*Cuniculus paca*) es una especie de mamífero que se sabe que habita zonas boscosas húmedas (como bosques de galería cerca de los ríos y las aguas

estancadas), que se alimenta de frutas y que puede ser un importante distribuidor de semillas[1]. Por su sensibilidad climática y su importancia en el ecosistema como distribuidor de semillas se ha escogido al tepezcuintle como especie representativa de esta categoría de receptores.

El Cuadro 2 presenta los cuatro receptores sensibles al clima identificados y describe su mecanismo de sensibilidad climática:

Receptor	Sensibilidad climática	Duración prevista de los impactos del proyecto	Fuentes de información sobre el receptor
Tepezcuintle *(Cuniculus paca)*	Depende de ambientes húmedos y habita en proximidad a ríos y cuerpos de agua. La disminución de la precipitación podría afectar negativamente a la disponibilidad de hábitat para esta especie.	La reducción de hábitat por eliminación de áreas boscosas para la construcción de la carretera y la alteración (efecto barrera, impactos en el drenaje) del hábitat remanente son permanentes	- Lista de especies amenazas y en peligro de extinción MARN - Información recabada para la línea base ambiental - EIA de otros proyectos en la zona
Estabilidad de suelos	Un aumento (en frecuencia y / o intensidad) de la precipitación máxima o de los eventos de tormenta activaría los procesos erosivos en suelos y de desestabilización de taludes	El proyecto alterara la topografía local mediante la excavación y creación de taludes. Los cambios en las condiciones de estabilidad de los suelos se consideran permanentes	- MAG, 2012, Clasificación de ríos por cuencas hidrográficas de El Salvador - Historial de eventos extremos. - Datos climáticos de las estaciones de monitoreo - VIGEA y otros mapas de ríos y zonas de inundación
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Los caudales (en cantidad y estacionalidad) de los ríos y quebradas que cruzan o están próximos a la carretera dependen de la precipitación (tanto media anual como máxima)	La modificación del cauce de las quebradas que cruzan la carretera y de los patrones de drenaje en el área de la carretera es permanente	- MAG, 2012, Clasificación de ríos por cuencas hidrográficas de El Salvador - Historial de eventos extremos. - Datos climáticos de las estaciones de monitoreo - VIGEA y otros mapas de ríos y zonas de inundación
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Las comunidades próximas a la carretera son susceptibles a riesgos de inundación (precipitación máxima o tormentas) y temperaturas máximas	Los efectos de la construcción y operación de la carretera (tanto positivos como negativos) se consideran con la misma duración que la vida útil del proyecto (50 años)	- VIGEA y otros mapas de ríos y zonas de inundación - Historial de eventos extremos (inundaciones) - Información recabada durante el levantamiento de la línea base social

*Cuadro 2: Receptores ambientales y sociales sensibles al clima (**Plantilla 1**)*

Nota: La sensibilidad climática se debe describir en términos de qué tipos de estímulos o variables climáticos podrían afectar al receptor y cuáles serían los efectos esperados.

Paso 2: Identificar los componentes del proyecto sensibles al cambio climático

La vida útil de un proyecto depende de la duración de las instalaciones y equipos que lo integran. Los proyectos de infraestructura vial se suelen diseñar para una vida útil larga; en este caso se consideran 50 años. En cuanto a los principales componentes del proyecto, estos incluyen:

[1] IUCN Red List http://www.iucnredlist.org/details/full/699/0

- Plataforma de la carretera en los 10 km de carretera ampliados;
- Pavimento;
- Obras de drenaje superficial;
- Puentes y alcantarillas;
- Obras de paso (pasarelas, zonas de espera);
- Elementos de seguridad (barreras, señalización, etc.);
- Movimientos de tierra (conformación de taludes);
- Bancos de préstamo de materiales.

Del mismo modo que se ha hecho con los receptores, un análisis de las interacciones de estos componentes con variables y procesos climáticos frecuentes ha resultado en la identificación de los siguientes cuatro receptores como los más sensibles al clima (Cuadro 3):

Componente	Sensibilidad climática	Vida útil del componente	Fuentes de información sobre el componente
Sistema de drenaje de la carretera	La capacidad y funcionamiento de las obras de drenaje depende directamente de las precipitaciones y los caudales a desaguar	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Diseño de la infraestructura de drenaje Reglamentos y manuales para el diseño de obras de drenaje Curvas de intensidad-duración-frecuencia - Mapa de riesgo de inundación (VIGEA) Historial de inundaciones
Firme o capa de rodadura	Las condiciones del firme de la carretera pueden deteriorase por aumento de las temperaturas máximas y de la frecuencia y magnitud de los cambios de temperatura	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Diseño de la plataforma de la carretera Reglamentos y manuales aplicables para el firme
Condiciones de tráfico	Precipitaciones extremas y condiciones de inundación pueden afectar negativamente el tráfico en la carretera	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Previsiones de tráfico Número y localización de intersecciones y cruces
Mantenimiento de la carretera	Los equipos de mantenimiento trabajan al aire libre y están expuestos a la precipitación y la temperatura	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Plan de mantenimiento previsto Historial de incidencias / trabajos de mantenimiento

*Cuadro 3: Componentes del proyecto sensibles al clima (**Plantilla 2**)*

Paso 3: Seleccionar los receptores y componentes del proyecto prioritarios para el análisis de riesgos climáticos

No todos los receptores y componentes identificados como sensibles al cambio climático se llevarán a las siguientes fases del análisis. El objetivo es centrarse en los elementos más importantes por lo que se valora de forma cualitativa los impactos que la sensibilidad climática pude originar y el nivel de confianza / conocimiento que se tiene en la interacción entre el clima y el receptor / componente. Esta valoración preliminar del riesgo considera cuales serían los impactos esperables (consecuencias) para los receptores y componentes del proyecto si se produce un cambio en las condiciones climáticas hacia un clima más desfavorable. El Cuadro 4 muestra una matriz de evaluación preliminar que se incluye en la guía para asistir al titular en la selección de los componentes y receptores prioritarios.

En esta matriz se valora el riesgo de los impactos previstos (en los receptores y/o componentes sensibles del proyecto) y el nivel de confianza en la interacción entre el clima y el componente o receptor considerado (por ejemplo; ¿qué tan probable es que una disminución en la precipitación anual afecte a la dotación de un proyecto de abastecimiento de agua?).

Nivel de confianza de la interacción del proyecto/receptor con un parámetro del cambio climático	Riesgo de impactos previstos	
	Alto riesgo de impactos	Bajo riesgo de impactos
Alta confianza	→ Proceder con la evaluación de riesgo detallado en la guía (Módulos A2 y A3)	→ Justificar la conclusión de la evaluación de riesgo bajo → Documento en EIA → No se requiere más análisis
Confianza baja	→ Proceder con la evaluación de riesgos detallado en la guía (Módulos A2 y A3) → Documentar y tomar en cuenta de manera explícita la incertidumbre inherente en los datos de cambio climático	→ No se requiere más acción

	Se requiere más evaluación
	No se requiere más evaluación pero debería identificarse en la EIA el resultado de la valoración

Recuadro 5: Matriz de decisión para la evaluación preliminar de riesgos climáticos (Fuente: Adaptada de CEAA 2003)

Cuadro 4: Matriz para la evaluación preliminar de riesgos

En base a esta evaluación preliminar, se ha determinado que todos los receptores deben ser analizados en más profundidad ya que se considera que debido a sus sensibilidades climáticas el riesgo de impacto es alto; es decir, si el clima cambia hacia condiciones más desfavorables el hábitat disponible para el tepezcuintle se reduciría significativamente (menor precipitación total), la estabilidad de los suelos y taludes podría verse comprometida (precipitaciones más intensas), los caudales máximos de los cauces que cruzan la carretera podrían aumentar y el riesgo de inundación para las comunidades se vería aumentado.

En el caso de los componentes, se han descartado el firme de la carretera y las tareas de mantenimiento. El mantenimiento es un componente flexible y se puede planificar de forma que se evite la exposición a riesgos y en cuanto al firme no se tiene suficiente información sobre los posibles efectos de cambios en la temperatura y no hay registro de problemas de ese tipo para la carretera actual. El Cuadro 5 resume los resultados de este ejercicio de priorización.

Nota: esta valoración preliminar del riesgo climático se basará en gran medida en el juicio profesional y experiencia de los distintos especialistas realizando el estudio. Si se considera que no se tiene suficiente información para evaluar la sensibilidad climática de un receptor o componente determinado, se aconseja consultar con expertos en la disciplina que competa (biólogos, sociólogos, ingenieros, etc.) y, en cualquier caso, documentar siempre las incertidumbres y vacíos de información detectados.

Receptor / Componente	Sensibilidad climática	Duración prevista de los impactos del proyecto	Disponibilidad y calidad de datos	Riesgo del impacto previsto	Nivel de confianza de la interacción climática	Prioridad del receptor / componente
Tepezcuintle (Cuniculus paca)	Depende de ambientes húmedos y habita en proximidad a ríos y cuerpos de agua. La disminución de la precipitación podría afectar negativamente a la disponibilidad de hábitat para esta especie.	Permanente	Media: EIAs, líneas base, conocimiento local	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar
Estabilidad de suelos	Un aumento (en frecuencia y / o intensidad) de la precipitación máxima o de los eventos de tormenta activaría los procesos erosivos en suelos y de desestabilización de taludes	Permanente	Alta: Estudio de vulnerabilidad de taludes	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Los caudales (en cantidad y estacionalidad) de los ríos y quebradas que cruzan o están próximos a la carretera dependen de la precipitación (tanto media anual como máxima)	Permanente	Alta: datos de precipitación, estudio de cuencas	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Las comunidades próximas a la carretera son susceptibles a riesgos de inundación (precipitación máxima o tormentas) y temperaturas máximas	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Media: Línea base social	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar
Sistema de drenaje de la carretera	La capacidad y funcionamiento de las obras de drenaje depende directamente de las precipitaciones y los caudales a desaguar	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Alta: Diseño, curvas IDF, infraestructura existente	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar

Receptor / Componente	Sensibilidad climática	Duración prevista de los impactos del proyecto	Disponibilidad y calidad de datos	Riesgo del impacto previsto	Nivel de confianza de la interacción climática	Prioridad del receptor / componente
Firme o capa de rodadura	Las condiciones del firme de la carretera pueden deteriorase por aumento de las temperaturas máximas y de la frecuencia y magnitud de los cambios de temperatura	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Limitada: No se conoce en detalle la interacción	Bajo riesgo	Baja confianza	No se requiere más acción
Condiciones de tráfico	Precipitaciones extremas y condiciones de inundación pueden afectar negativamente el tráfico en la carretera	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Media: historial de problemas en la carretera	**Alto riesgo**	**Alta confianza**	Evaluar
Mantenimiento de la carretera	Los equipos de mantenimiento trabajan al aire libre y están expuestos a la precipitación y la temperatura	Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)	Alta: prácticas de manejo existentes	**Bajo riesgo**	**Alta confianza**	Justificar

*Cuadro 5: Priorización de receptores / componentes en base a los riesgos anticipados (**Plantilla 3**)*

Paso 4: Definir el alcance y los límites de la evaluación climática

Una vez se han definido los receptores y componentes sobre los que se centrará el análisis se deben definir los límites de dicho análisis. Estos pueden variar con respecto al área de influencia directa e indirecta que se maneja en EIA ya que el objetivo en este caso es definir para qué periodo de referencia se deben analizar los riesgos climáticos y cuál sería el posible alcance geográfico de esos riesgos. El Cuadro 6 presenta el alcance definido para este proyecto.

Receptor/ Componente	Sensibilidad climática	Duración prevista de los impactos del proyecto/ Vida útil	Horizonte temporal de referencia	Alcance geográfico
Tepezcuintle (Cuniculus paca)	*Depende de ambientes húmedos y habita en proximidad a ríos y cuerpos de agua*	*Permanente*	*2050*	*Hábitat alrededor la carretera*
Estabilidad de suelos y taludes	*La precipitación (especialmente máxima o en forma de eventos de tormenta) activa los procesos erosivos en suelos y de desestabilización de taludes*	*Permanente*	*2050*	*Taludes y suelos en el corredor de la carretera*
Hidrología superficial (caudales y patrones)	*Cambios en la precipitación (tanto media anual como máxima) puede afectar a los caudales de los ríos y quebradas que cruzan o están próximos a la carretera*	*Permanente*	*2050*	*Cuencas de las quebradas interceptadas por la carretera*
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	*Las comunidades próximas a la carretera son susceptibles a riesgos de inundación y temperaturas máximas*	*Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera*	*2050*	*Corredor de la ampliación de la carretera*
Sistema de drenaje de la carretera	*La capacidad y funcionamiento de las obras de drenaje depende directamente de las precipitaciones y los caudales a desaguar*	*Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)*	*2050*	*Cuencas de las quebradas interceptadas por la carretera*
Condiciones de tráfico	*Precipitaciones extremas y condiciones de inundación pueden afectar negativamente el tráfico en la carretera*	*Coincide con la vida útil de proyecto (50 años)*	*2050*	*Corredor de la ampliación de la carretera y comunidades próximas*

*Cuadro 6: Alcance del análisis para los receptores y componentes priorizados (**Plantilla 4**)*

Nota: Si la vida útil o duración de los impactos son a largo plazo (más de 30 años), es más probable que el componente/receptor se vea afectado por el cambio climático. La siguiente tabla, incluida en la guía, ofrece una orientación sobre el horizonte temporal adecuado dependiendo de la vida útil de los componentes o la duración de los impactos sobre los receptores:

Vida útil del componente/ duración de los impactos previstos sobre el receptor	Horizonte temporal de referencia (a contar a partir de la fecha actual)
< 10 años	+10 años
10 – 30 años	+20 años
> 30 años	+30 años

Módulo A2: Información climática y adaptación de la línea base

En este módulo se documentan los efectos esperados del cambio climático sobre la condición de los receptores (ambientales y sociales) priorizados en el Módulo A1 y se recaba información sobre las variables climáticas de interés para receptores y componentes.

Paso 1: Identificar las variables climáticas de interés

Un receptor / componente puede ser sensible a más de una variable climática. Este paso trata de identificar las variables que más influyen en el estado del receptor / componente. Como se puede observar en el Cuadro 7, los riesgos climáticos que se están identificando apuntan a la precipitación máxima como variable clave.

Receptor	Sensibilidad climática	Variable climática de interés	Horizonte temporal de referencia	Fuentes de información
Tepezcuintle (*Cuniculus paca*)	Depende de ambientes húmedos y habita en proximidad a ríos y cuerpos de agua	Precipitación media	2050	Series históricas de estaciones pluviométricas, proyecciones de escenarios
Estabilidad de suelos	La precipitación (especialmente máxima o en forma de eventos de tormenta) activa los procesos erosivos en suelos y de desestabilización de taludes	Precipitación máxima	2050	Series históricas estaciones, registro de eventos extremos
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Cambios en la precipitación (tanto media anual como máxima) puede afectar a los caudales de los ríos y quebradas que cruzan o están próximos a la carretera	Precipitación media y máxima	2050	Series históricas de estaciones pluviométricas, proyecciones de escenarios (valores medios), registro de eventos extremos
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Las comunidades próximas a la carretera son susceptibles a riesgos de inundación y temperaturas máximas	Precipitación y temperaturas máximas	2050	Series históricas de estaciones pluviométricas, proyecciones de escenarios (valores medios), registro de eventos extremos
Sistema de drenaje de la carretera	La capacidad y funcionamiento de las obras de drenaje depende directamente de las precipitaciones y los caudales a desaguar	Precipitación máxima	2050	Series históricas estaciones, registro de eventos extremos
Condiciones de tráfico	Precipitaciones extremas y condiciones de inundación pueden afectar negativamente el tráfico en la carretera	Precipitación máxima	2050	Series históricas estaciones, registro de eventos extremos

*Cuadro 7: Identificación de las variables climáticas clave (**Plantilla 5**)*

Paso 2: Definir la línea base climática

En este paso el titular debe recabar toda la información disponible sobre las variables climáticas de interés y especialmente la información que permita caracterizar el comportamiento de la variable para el horizonte temporal de referencia, en este caso para el 2050.

Clima histórico

Es importante captar la evolución de las variables de interés hasta la fecha. Esto generalmente se puede hacer considerando las series históricas disponibles en las estaciones próximas al proyecto. En los EIAs se reportan generalmente valores medios pero en este caso el interés sería evaluar la tendencia de evolución de la variable.

En la zona de estudio, como en el resto del Salvador, la época lluviosa se establece de mayo a octubre (**Error! Reference source not found.**), aunque con algunas anomalías en el mes de abril. En el 2012, en los meses de junio y julio se registró un cambio drástico en las anomalías de las lluvias, hubo una escasez de precipitación, registrándose una sequía severa con una duración de 45 días.

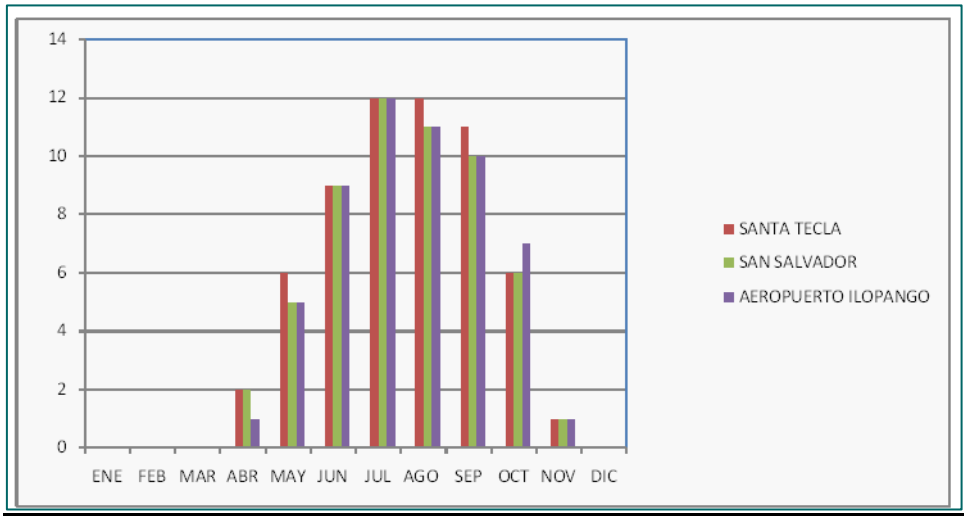


Figura 3: Precipitación media mensual en estaciones próximas al proyecto

Eventos extremos

Para el diseño y/o revisión de las obras de drenaje existentes, se seleccionaron las estaciones pluviográficas de San Diego y Santa Tecla por ser las más cercanas al proyecto. La estación de Santa Tecla cuenta con un registro de 31 años y en base a esta información se han desarrollado curvas de intensidad-duración-frecuencia (Figura 4).

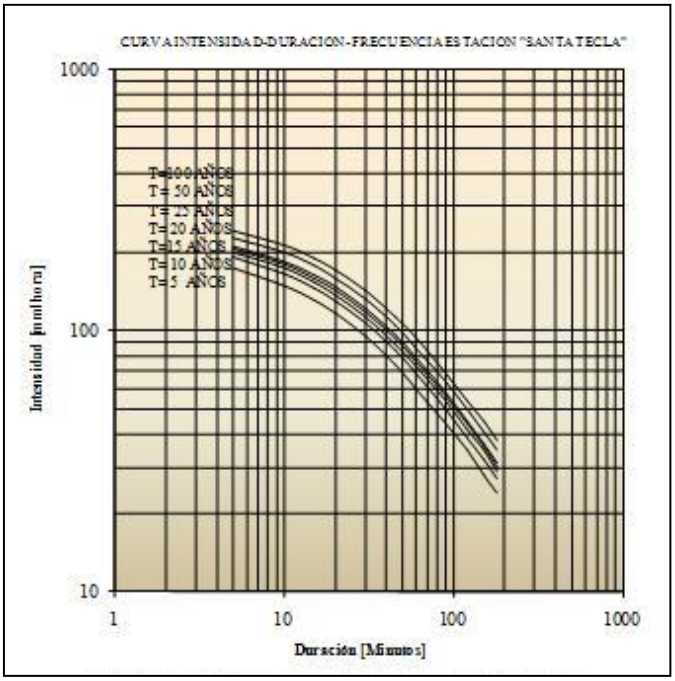


Figura 4: Curva de intensidad-duración-frecuencia desarrollada para la estación de Santa Tecla

Los eventos de inundación son frecuentes en la zona del proyecto, incluyendo inundaciones locales por desbordamientos de quebradas. En el registro histórico del Servicio Nacional de Estudios Territoriales[2] se pueden consultar eventos de inundaciones registrados para el Departamento de La Libertad desde 1920. No se trata de un registro exhaustivo pero puede informar sobre lugares a lo largo o próximos al tramo de carretera que han

[2] http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/select.php?dpt=05&okBtn=Ok

experimentado inundaciones. La plataforma internacional **Desinventar** (http://www.desinventar.org) también ofrece información sobre riesgos y desastres naturales. La Figura 5 muestra dos gráficos generados a partir de esa plataforma y que representan el historial desde 1900 de inundaciones y deslizamientos para los tres municipios por los que atraviesa la carretera. Ambos tipos de riesgos parecen haber aumentado significativamente en las últimas dos décadas.

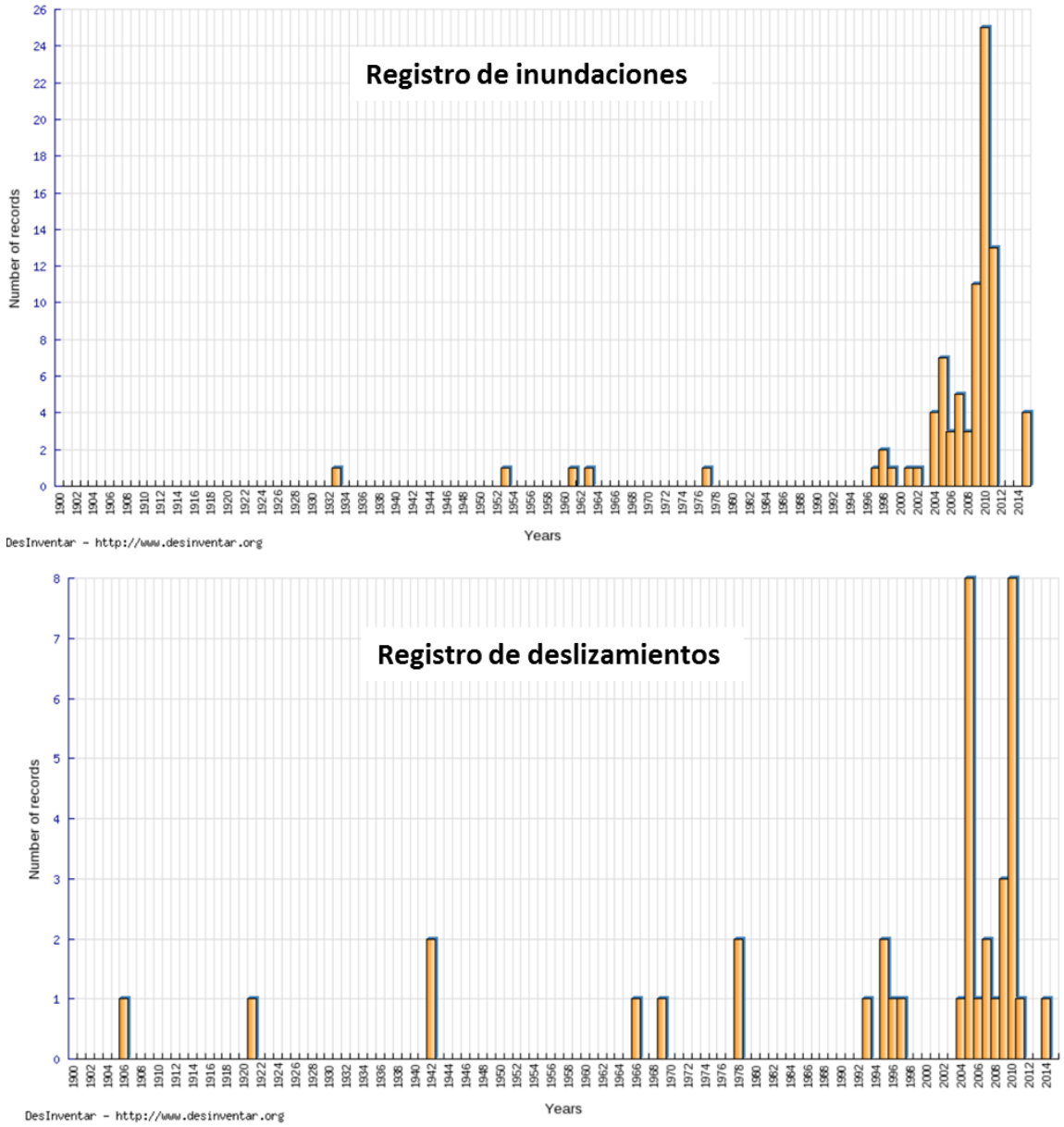


Figura 5: Registro de inundaciones (gráfico superior) y deslizamientos (gráfico inferior) para los municipios de Zaragoza, San Jose Villanueva y La Libertad para el periodo de 1900 a 2014 (Fuente: Desinventar: https://online.desinventar.org/)

Clima futuro

El análisis de riesgos se centra en el horizonte de 2050. Para evaluar cómo pueden cambiar las variables de interés para esa fecha es necesario consultar proyecciones basadas en escenarios climáticos. Las Figuras 6 y 7 muestran los cambios porcentuales en temperatura y precipitación para el municipio de Zaragoza. Esta información proviene de los escenarios que se desarrollaron como parte de la Segunda Comunicación Nacional de El Salvador. Aunque la confiabilidad de estas proyecciones no es elevada permiten identificar unas tendencias de evolución hacia temperaturas más elevadas y a una reducción de las precipitaciones durante el periodo lluvioso de mayo a octubre, aunque las proyecciones de precipitación mensual no son tan consistentes en los resultados de diferentes escenarios como las de temperatura.

Municipio de Zaragoza (proyecciones 2050)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Bajas emisiones (B2)	5%	6%	5%	5%	5%	7%	6%	7%	8%	6%	7%	7%
Altas emisiones (A2)	8%	7%	8%	8%	7%	10%	10%	11%	10%	8%	9%	10%

Figura 6: Cambios en la temperatura media mensual para 2050, en relación a 1960-1990 (Fuente: Escenarios desarrollados para la Segunda Comunicación Nacional de El Salvador)

Municipio de Zaragoza (proyecciones 2050)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Bajas emisiones (B2)	16%	42%	8%	42%	17%	-3%	-6%	1%	-8%	14%	-12%	-4%
Altas emisiones (A2)	-76%	73%	-37%	-51%	21%	-27%	-24%	-7%	-2%	12%	32%	-54%

Figura 7: Cambios en la precipitación acumulada mensual en 2050, en relación a 1960-1990 (Fuente: Escenarios desarrollados para la Segunda Comunicación Nacional de El Salvador)

En base a la información disponible para las variables climáticas de interés, la línea base climática esperada para el horizonte de referencia se resume en el Cuadro 8.

Receptor/ componente	Variable climática de interés	Horizonte temporal de referencia	Tendencias históricas observadas	Proyecciones climáticas	Cambio en la variable climática para el horizonte de referencia
Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), hidrología superficial	*Precipitación media*	*2050*	*No concluyente*	*Aumento anual pero con reducciones en algunos meses*	*Aumento de la precipitación total anual con cambios en los patrones de lluvia y algunos meses más secos*
Estabilidad de suelos, seguridad de las comunidades, sistema de drenaje y condiciones de tráfico	*Precipitación máxima*	*2050*	*Aumento de magnitud y frecuencia*	*No disponible*	*Aumento de magnitud y frecuencia de eventos de precipitación extrema*
Salud de las comunidades	*Temperatura máxima*	*2050*	*No concluyente*	*No disponible*	*No concluyente*

*Cuadro 8: Resumen de la línea base climática (**Plantilla 6**)*

Nota: Se debe recalcar que las tendencias históricas no reflejan necesariamente el clima futuro, especialmente cuando se consideran riesgos climáticos a largo plazo (más de 30 años); en ese caso las proyecciones resultantes de los modelos climáticos proporcionan una guía más útil sobre las condiciones probables a las que se debería adaptar la línea base, aunque estas proyecciones pueden no estar disponibles (por ejemplo, para el caso de la precipitación máxima). La clave en este paso es documentar la información disponible e identificar los vacíos, como la ausencia de proyecciones para el horizonte de referencia.

Paso 3: Adaptar la línea base de los receptores de acuerdo con los cambios climáticos esperados

En este paso se espera que el titular/equipo consultor identifique los efectos esperados del cambio climático sobre los receptores clave y para el horizonte temporal de referencia. Para ello, se deberá contrastar los cambios esperados para las variables climáticas de interés (tal y como se han documentado en el Paso 2) con el mecanismo de sensibilidad climática del receptor que se ha identificado en el Modulo A1.

En base a la información recabada en los pasos anteriores, se ha valorado el efecto que el cambio climático puede tener en los receptores y esta valoración se ha resumido en el Cuadro 9.

Paso 4: Evaluar la tendencia de evolución no-climática de los receptores

Además del cambio climático, los receptores pueden estar sujetos a presiones y factores de cambio no-climáticos que afecten su estado para el horizonte de referencia. Dependiendo del contexto del proyecto, este análisis puede ser difícil de abordar por no disponer de información suficiente. No obstante, se pueden observar tendencias pasadas que apunten a cómo evolucionará la zona del proyecto. En este caso, la carretera ha generado actividad económica y desarrollo a lo largo de su eje y se han desarrollado numerosos asentamientos de tipo comercial y residencial a lo largo del corredor de la carretera (véase Figura 8). Las presiones derivadas del desarrollo, formal e informal, constituyen el principal factor de evolución no climático que puede afectar al estado futuro de los receptores; aumentando los riesgos de inundación y de erosión de taludes por desarrollo en zonas inadecuadas y disminuyendo el hábitat disponible para el tepezcuintle al aumentar la superficie construida y eliminar vegetación que podría servir de refugio o alimento para esta especie. Estas valoraciones se documentan en el Cuadro 9, donde se presenta cómo podría evolucionar el estado de los receptores para el horizonte de referencia.

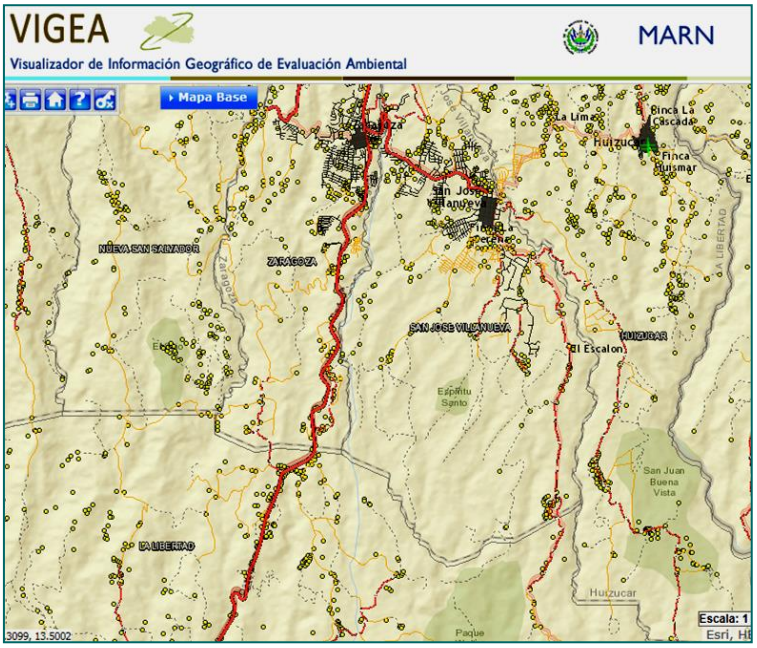


Figura 8: Localización de asentamientos a lo largo del tramo de carretera

Receptor	Variable climática de interés	Horizonte temporal de referencia	Cambio en la variable climática para el horizonte de referencia	Efecto esperado del cambio climático sobre el receptor	Tendencia(s) de evolución no-climática
Tepezcuintle (Cuniculus paca)	*Precipitación media*	*2050*	Aumento (↑) precipitación media anual pero reducción (↓) de la precipitación media de algunos meses (patrón irregular de lluvias)	*Posible degradación del hábitat por aumento de las condiciones de sequedad en algunos meses del año*	*Reducción del hábitat disponible por presión urbanística*
Estabilidad de suelos	*Precipitación máxima*	*2050*	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	*Aumento de los procesos erosivos y del riesgo de deslizamientos*	*Construcción en zonas no apropiadas, asentamientos informales*
Hidrología superficial (caudales y patrones)	*Precipitación media y máxima*	*2050*	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	*Alteración del régimen de caudales (posible aumento de caudales máximos)*	*Construcción en zonas no apropiadas*
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	*Precipitación y temperatura máxima*	*2050*	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	*Aumento del riesgo de inundaciones.*	*Desarrollo en zonas vulnerables*

*Cuadro 9: Adaptación de la línea base (**Plantilla 7**)*

Módulo A3: Evaluación de riesgos climáticos

En este módulo se identifican y evalúan los riesgos climáticos que pueden afectar a los receptores ambientales/sociales sensibles, así como a los componentes sensibles del proyecto.

Paso 1: Identificar los riesgos combinados del proyecto y el cambio climático en receptores ambientales y sociales sensibles

El análisis del riesgo en los receptores se puede abordar de múltiples formas dependiendo del receptor y de la información disponible. El **Error! Reference source not found.** presenta una valoración simplificada del riesgo combinado del proyecto y del cambio climático sobre los receptores clave. Métodos de análisis más sofisticados podrían incluir una simulación hidrológica de los cauces que cruzan la carretera para distintos escenarios de precipitación / caudal utilizando una aplicación hidrológica como HEC-RAS, etc.

Del mismo modo, el análisis de vulnerabilidad de taludes desarrollado como parte del EIA (Figura 9) podría haber incluido valoraciones sobre como el cambio climático podría afectar a la vulnerabilidad de los taludes. La clave para este módulo y paso es que el análisis de riesgos climáticos no tiene por qué constituir una tarea completamente independiente del análisis de impactos del EIA sino que se puede integrar a los métodos que ya se aplican añadiendo el enfoque o lente adicional del cambio climático.

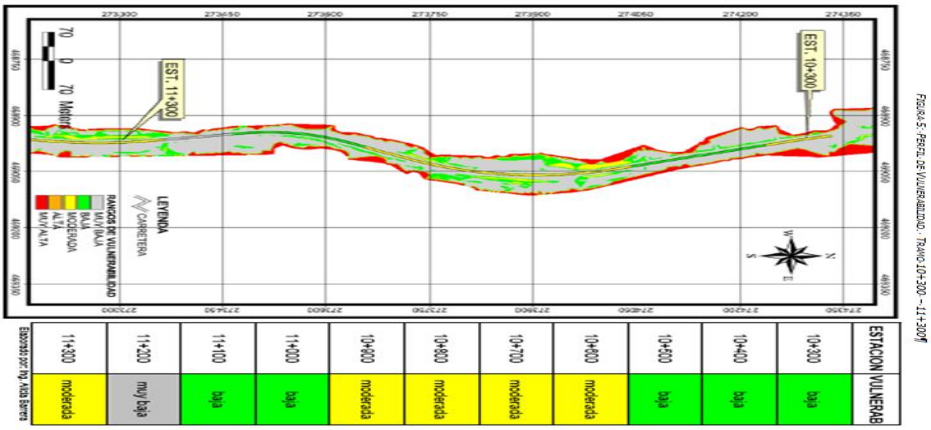


Figura 9: Mapa resultado del análisis de vulnerabilidad de taludes

A continuación se resumen los riesgos identificados para los receptores y posibles enfoques para valorarlos:

- **R1: Reducción del hábitat disponible para el tepezcuintle.** Una disminución de la precipitación podría reducir las condiciones de humedad (estacional o en ciertos meses) necesarias para el hábitat de esta especie. Se podría tratar de determinar un umbral o precipitación mínima necesaria (anual o para ciertos meses, por ejemplo durante el periodo seco) para el tepezcuintle. Este valor umbral puede derivarse de la literatura o en base a la distribución actual del tepezcuintle.
- **R2: Aumento de los procesos erosivos y el riesgo de deslizamientos.** Se podrían incluir consideraciones climáticas (aumento de la precipitación máxima, análisis de sensibilidad para distintos escenarios) en el estudio de vulnerabilidad de taludes que se ha realizado como parte del EIA.
- **R3: Aumento del riesgo de inundaciones (concentración de caudal).** Al aumentar la precipitación máxima aumentarían los caudales pico o máximos que circulan por las quebradas y cursos de agua que cruzan la carretera. Para el diseño de las obras de drenaje se ha estimado el caudal aportado por cada una de estas cuencas, una opción para la inclusión de las consideraciones climáticas consistiría en calcular los caudales máximos para distintos escenarios de precipitación.
- **R4: Inundaciones más frecuentes / intensas para las comunidades próximas a la carretera.** Asociado al aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima, este riesgo identifica los riesgos para las comunidades aledañas a la carretera. Del mismo modo que para R3, un posible enfoque consistiría en incluir escenarios futuros (de precipitación y de localización y / o crecimiento de asentamientos a lo largo de la carretera) para evaluar el riesgo para las comunidades para el horizonte de 2050.

Nota: Si se han utilizado en el EIA metodologías específicas de evaluación de impactos sobre los receptores y si estos métodos / modelos dependen, al menos en parte, de variables climáticas; se recomienda utilizar los mismos métodos /modelos para evaluar los riesgos climáticos, introduciendo los escenarios climáticos seleccionados.

Paso 2: Identificar los riesgos climáticos para el proyecto

Del mismo modo que para los receptores, se presenta un análisis simplificado de los riesgos para los componentes clave del proyecto (Cuadro 11). Se ha valorado la vulnerabilidad al clima futuro de los receptores en base a la evolución prevista para las variables climáticas de interés. Se trata de evaluar cómo el cambio climático y sus impactos (magnitud, frecuencia y duración de los eventos de riesgo, así como los impactos en las condiciones ambientales de referencia) puede afectar, directa o indirectamente, a los componentes del proyecto.

Al igual que los receptores, dependiendo del componente afectado y de la variable climática de interés, se definirá la metodología particular a utilizar para la evaluación del impacto climático.

A continuación se resumen los riesgos identificados para el proyecto y posibles enfoques para valorarlos:

- **C1: Riesgo de inundación por excederse la capacidad de drenaje.** Al aumentar la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima se podría exceder la capacidad del sistema de drenaje de la carretera, provocando la inundación de las zonas aledañas. Este riesgo está muy relacionado con R3 y R4. Un enfoque de evaluación consistiría en incluir un análisis de sensibilidad (para distintos escenarios de precipitación máxima) en el diseño del sistema de drenaje. Generalmente, para el cálculo de caudales se aplica el método racional[3] Q= CIA en el que el caudal se obtiene al multiplicar el coeficiente de escorrentía (C) por la intensidad de la lluvia (I) y por el área de drenaje o superficie de la cuenca. El valor de intensidad de lluvia se suele derivar de las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) desarrolladas para el área de estudio en función de las series históricas de precipitaciones.
- **C2: Empeoramiento de las condiciones de tráfico por mayor riesgo de inundación.** Este riesgo está estrechamente relacionado con C1 y podría analizarse utilizando un enfoque parecido de sensibilidad climática y riesgo de inundación para distintos escenarios de precipitación incluyendo consideraciones sobre las condiciones de tráfico que pueden extrapolarse del registro de incidentes previos, etc.

Nota: Si los riesgos del cambio climático se extienden más allá del proyecto y pueden afectar al público o al medio ambiente, estos riesgos deben ser identificados, documentados y mitigados si se consideran significativos.

[3] http://www.snet.gob.sv/Publicaciones/InundacionesUrbanas.PDF

Receptor	Variable climática de interés	Horizonte temporal de referencia	Cambio en la variable climática para el horizonte de referencia	Sensibilidad y grado de exposición al clima futuro		Capacidad de adaptación futura		Vulnerabilidad al clima futuro (A-M-B)	Efecto esperado del cambio climático sobre el receptor	Impacto del proyecto sobre el receptor	Impacto combinado esperado
				Descripción	Valoración (A-M-B)	Descripción	Valoración (A-M-B)				
Tepezcuintle (*Cuniculus paca*)	Precipitación media anual	2050	Aumento (↑) precipitación media anual pero reducción (↓) de la precipitación media de algunos meses	El tepezcuintle requiere condiciones de humedad que podrían no cumplirse al reducirse la precipitación en algunos meses del año	M	Limitada: hábitat ya bastante fragmentado	B	A	Posible degradación del hábitat por aumento de las condiciones de sequedad en algunos meses del año	Reducción del hábitat por eliminación de vegetación	**R1**: Reducción del hábitat disponible para el tepezcuintle
Estabilidad de suelos	Precipitación máxima	2050	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	Aumentará la exposición al aumentar la precipitación máxima y la superficie de taludes o suelos expuesta	A	Limitada; los procesos de regeneración natural de la vegetación pueden reducir la erosión	B	A	Aumento de los procesos erosivos y del riesgo de deslizamientos	Alteración de la topografía, creación de taludes	**R2**: Aumento de los procesos erosivos y el riesgo de deslizamientos
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Precipitación media y máxima	2050	Tendencia hacia aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	Receptor altamente sensible al régimen de precipitaciones	A	Las cuencas que cruzan la carretera se encuentran bastante intervenidas; baja capacidad de amortiguamiento	M	A	Alteración del régimen de caudales (posible aumento de caudales máximos)	Alteración de los patrones de escorrentía y la red de drenaje	**R3**: Aumento del riesgo de inundaciones (concentración de caudal)
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Precipitación máxima	2050	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	La exposición a eventos extremos tiende a aumentar pero los asentamientos al borde de la carretera serán reubicados	M	La capacidad de adaptación se considera media	M	M	Aumento del riesgo de inundaciones	Reubicación, alteración patrones de drenaje	**R4**: Inundaciones más frecuentes / intensas para las comunidades próximas a la carretera

*Cuadro 10: Riesgos climáticos para los receptores (**Plantilla 8**)*

Componente	Variable climática de interés	Horizonte temporal de referencia	Cambio en la variable climática para el horizonte de referencia	Sensibilidad y grado de exposición al clima futuro		Capacidad de adaptación futura		Vulnerabilidad al clima futuro (A-M-B)	Impacto del cambio climático sobre el componente	Riesgo(s) para receptores ambientales	Riesgo(s) para receptores sociales
				Descripción	Valoración (A-M-B)	Descripción	Valoración (A-M-B)				
Sistema de drenaje de la carretera	Precipitación máxima	2050	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	El funcionamiento del sistema de drenaje depende directamente de la intensidad de las lluvias	A	Una vez diseñado e instalado, la capacidad de adaptación de este componente es baja	B	**A**	**C1**: Riesgo de inundación por excederse la capacidad de drenaje	Arrastre de sedimentos, afección a la fauna (conectividad)	Inundación de comunidades próximas a la carretera
Condiciones de tráfico	Precipitación máxima	2050	Tendencia hacia aumento (↑) de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima	Se espera que el aumento de la frecuencia de eventos de precipitación extremos pudiera afectar a la carretera	M	Se puede actuar sobre el tráfico (por ejemplo, cerrar la carretera, desviar, etc.) por lo que se considera una capacidad de adaptación media	M	**M**	**C2:** Empeoramiento de las condiciones de tráfico por mayor riesgo de inundación	Arrastre de sedimentos	Pérdida de conectividad y acceso a servicios, aumento del riesgo de accidentes

*Cuadro 11: Riesgos climáticos para los componentes priorizados del proyecto (**Plantilla 9**)*

Nota: Se recomienda siempre documentar los métodos y datos utilizados y evaluar su nivel de confianza en función de su precisión, calidad de la información utilizada, relevancia de escala para el proyecto, supuestos de modelaje, etc.

Paso 3: Evaluar los riesgos climáticos identificados y su significación

Para evaluar la significación de los riesgos climáticos identificados se valoran las consecuencias del riesgo y su probabilidad de ocurrencia. La probabilidad se puede valorar de forma cuantitativa si se dispone de la información suficiente o de forma cualitativa justificando las decisiones. La Figura 10 y el Cuadro 12 presentan los resultados de la evaluación de la significación.

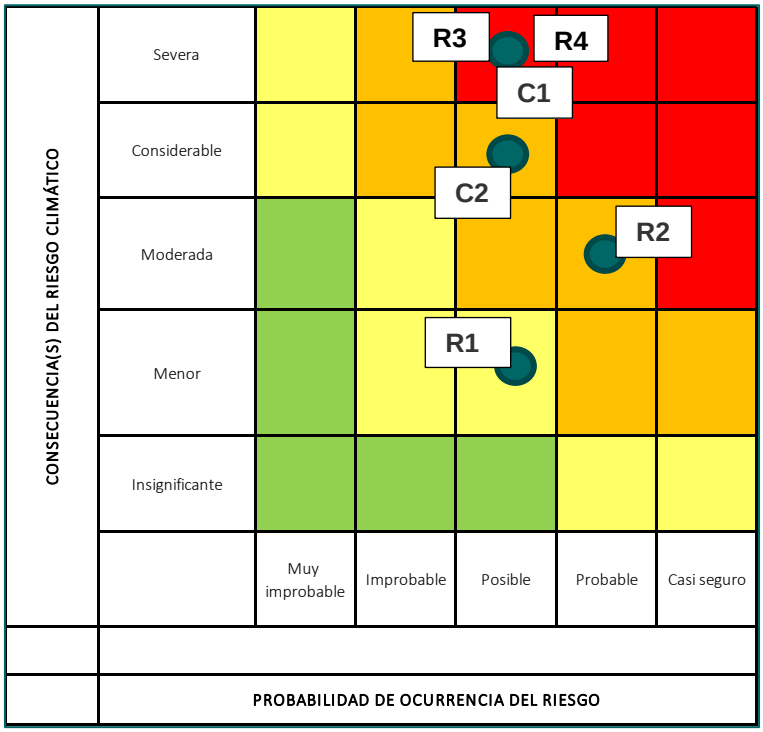


Figura 10: Matriz de evaluación de riesgos climáticos

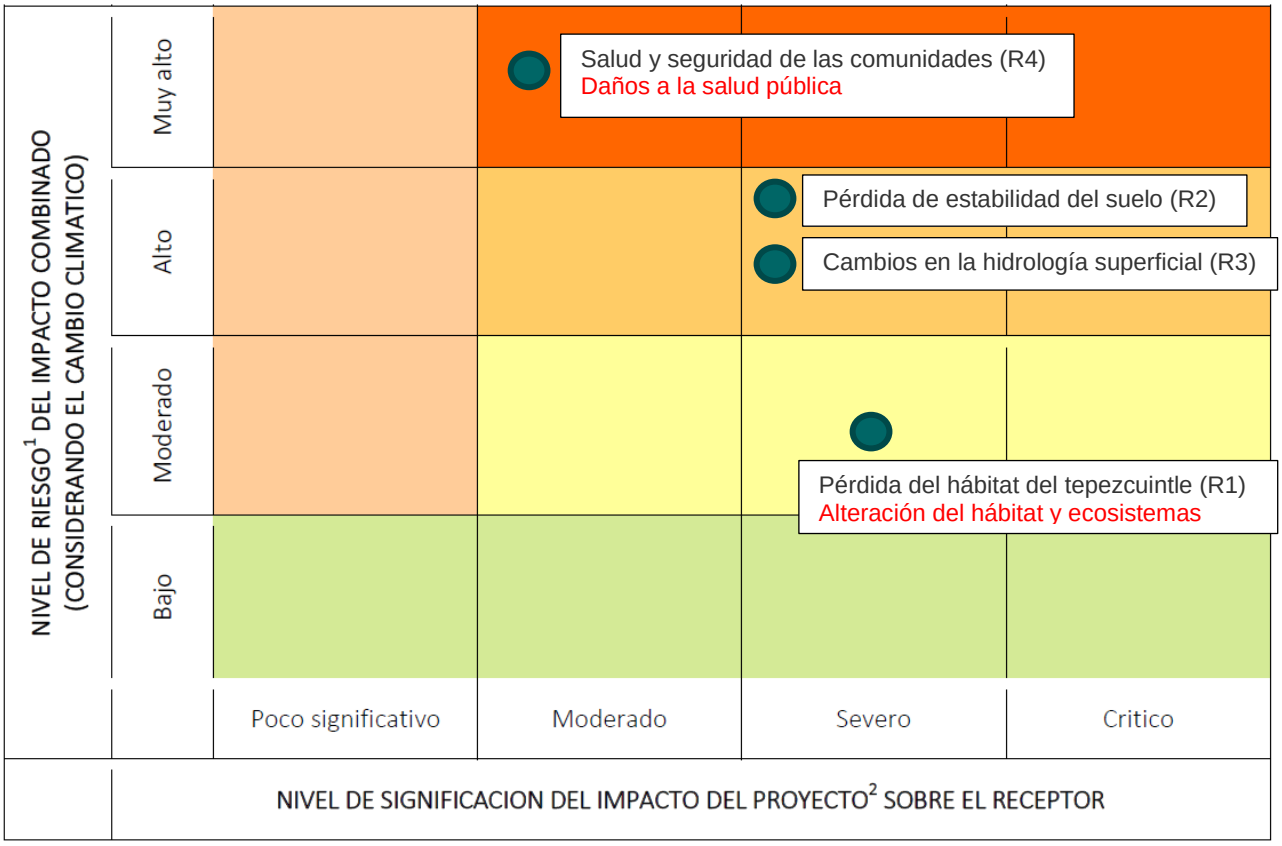
Receptor/ componente	Consecuencias del riesgo climático		Probabilidad de ocurrencia		Evaluación del riesgo
	Descripción	Valoración	Descripción	Valoración	
Tepezcuintle (Cuniculus paca)	Menor comparado con otras presiones en su hábitat. No se esperan cambios grandes de precipitación.	Menor	La evolución de la precipitación para 2050 no se sabe con certeza.	Posible	**Riesgo moderado**
Estabilidad de suelos	Los deslizamientos son locales y no han resultado en cortes de la carretera	Moderado	Es probable que una intensidad de precipitación mayor provoque mayor erosión	Probable	**Riesgo alto**
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Los eventos de inundación pueden afectar a comunidades y al medio ambiente	Severo	Es posible que los caudales máximos aumenten	Posible	**Riesgo muy alto**
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Los daños por inundación en las comunidades pueden ser severos (pérdidas materiales y posibles danos personales) en los asentamientos cercanos	Severa	Es posible que los caudales máximos aumenten	Posible	**Riesgo muy alto**

Receptor/ componente	Consecuencias del riesgo climático		Probabilidad de ocurrencia		Evaluación del riesgo
Sistema de drenaje de la carretera	Un funcionamiento inadecuado del drenaje puede generar inundación y afectar a comunidades y al medio ambiente	Severo	Es posible que los caudales máximos aumenten al aumentar la precipitación máxima	Posible	**Riesgo muy alto**
Condiciones de tráfico	Mayor incidencia de inundaciones en la carretera y cortes de tráfico , aumento del riesgo de accidentes	Considerable	Es posible que los caudales máximos aumenten al aumentar la precipitación máxima	Posible	**Riesgo alto**

*Cuadro 12: Significación de los riesgos climáticos identificados (**Plantilla 10**)*

Nota: En el caso que se aplique una evaluación de riesgo cualitativa o semi-cuantitativa se deberán establecer los rangos de consecuencias y de frecuencia o probabilidad, como también describir y justificar las categorías de valoración (por ejemplo, alta, media o baja) utilizadas.

En el caso de los riesgos climáticos sobre los receptores se debe valorar la importancia o significación relativa del impacto del proyecto y del riesgo climático sobre el estado futuro del receptor. Para ello se contrasta el resultado del nivel de riesgo climático con la significación del impacto del proyecto sobre el receptor según se ha valorado como parte del EIA, utilizando por ejemplo la matriz del Cuadro 13 que se presenta en la guía.



Cuadro 13: Matriz para evaluar la importancia relativa del impacto del proyecto y del riesgo climático en el estado futuro de los receptores

Como parte de la evaluación de los impactos del proyecto se determinaron los siguientes niveles de significación de impactos:

- Impactos severos
  - Cambios en la hidrología superficial
  - Alteración del hábitat y ecosistemas
  - Pérdida de estabilidad del suelo
- Impactos moderados

- Daños a la salud pública

Estos niveles de significación de los impactos debidos al proyecto se han comparado con los riesgos climáticos sobre los receptores.

Receptor	Impacto del proyecto sobre el receptor	Impacto combinado esperado	Evaluación del riesgo	Nivel de significación/ importancia del impacto del proyecto	Importancia relativa del proyecto y el cambio climático en el estado futuro del receptor
Tepezcuintle (*Cuniculus paca*)	Pérdida de hábitat	Reducción del hábitat disponible para el tepezcuintle	Riesgo moderado	Severo	**Importancia relativa moderada**: Se requiere al titular que considere medidas de adaptación y monitoreo para dar seguimiento a los efectos del cambio climático sobre el receptor
Estabilidad del suelo	Pérdida de estabilidad del suelo	Aumento de los procesos erosivos y el riesgo de deslizamientos	Riesgo alto	Severo	**Importancia relativa alta**: Tanto el proyecto como los efectos del cambio climático influyen significativamente al estado futuro del receptor. Se requieren medidas de adaptación
Hidrología superficial (caudales y patrones)	Alteración de los patrones de escorrentía y la red de drenaje	Aumento del riesgo de inundaciones (concentración de caudal)	Riesgo alto	Severo	**Importancia relativa alta**: Tanto el proyecto como los efectos del cambio climático influyen significativamente al estado futuro del receptor. Se requieren medidas de adaptación
Salud y seguridad de las comunidades aledañas a la carretera	Reubicación, alteración patrones de drenaje	Mayor incidencia de inundaciones	Riesgo muy alto	Moderado	**Importancia relativa muy alta**: Tanto el proyecto como los efectos del cambio climático influyen significativamente al estado futuro del receptor. Se requieren medidas prioritarias de adaptación.

*Cuadro 14: Importancia relativa del proyecto y el cambio climático en el estado futuro de los receptores e implicaciones para la adaptación (**Plantilla 11**)*

Módulo A4: Gestión de riesgos climáticos y adaptación

Para cada riesgo climático significativo que se haya identificado en el Modulo A3, el titular debe describir en detalle las medidas de adaptación seleccionadas que permitirán transformar un riesgo significativo en uno no significativo.

Paso 1: Identificar las opciones de adaptación para reducir los riesgos climáticos significativos

Los riesgos identificados están relacionados entre sí y giran en torno a los riesgos de inundación de la carretera. Los riesgos más estrechamente relacionados: cambios en la hidrología superficial (R3), inundación de comunidades próximas (R4) y riesgo de inundación por excederse la capacidad de drenaje (C1) se han combinado en un único riesgo de aumento del riesgo de inundaciones y daños a comunidades aledañas (R3/R4/C1). Para los cuatro riesgos finales se ha desarrollado una lista larga de opciones de adaptación para los riesgos principales (Cuadro 15). Algunas de las medidas identificadas (señaladas en gris en el Cuadro 15) aplicarían a más de un riesgo.

Riesgo	Variable	Cambio climático	Nivel de	Opciones potenciales de

climático	climática de interés	esperado	riesgo	adaptación
***R1**: Disminución del hábitat disponible para el tepezcuintle*	*Precipitación media*	*Aumento de las condiciones de sequedad*	Moderado	1. Monitorear población de tepezcuintle en la zona del proyecto 2. Facilitar pasos de fauna para cruzar la carretera 3. Diseñar la red de drenaje de forma que se preserven zonas húmedas utilizadas por el tepezcuintle
***R2**: Aumento de los procesos erosivos y el riesgo de deslizamientos*	*Precipitación máxima*	*Aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima*	Alto	1. Revegetación de taludes 2. Estanque/charca de retención para la gestión de las aguas pluviales 3. Favorecer la infiltración del agua de escorrentía
***R3/R4/C1**: Aumento del riesgo de inundaciones y daños a comunidades aledañas*	*Precipitación máxima*	*Aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima* *Aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima*	Muy alto	1. Mapeo de puntos críticos de inundación y de comunidades/asentamientos más vulnerables 2. Integrar el diseño de las obras de drenaje con los planes de emergencia municipales 3. Sistema de alerta de riesgos de inundación 4. Análisis de sensibilidad de las obras de drenaje (escenarios) 5. Intervenciones aguas arriba: revegetación y retención de escorrentía
***C2**: Interrupciones y problemas de tráfico*	*Precipitación máxima*	*Aumento de la frecuencia y magnitud de la precipitación máxima*	Alto	1. Mapeo de puntos críticos de inundación 2. Sistema de alerta de riesgos de inundación 3. Plan de emergencias (rutas alternativas)

*Cuadro 15: Lista larga de opciones de adaptación (**Plantilla 12**)*

Paso 2: Seleccionar y priorizar las medidas de adaptación

El titular debería evaluar y comparar todas las medidas identificadas. En este ejemplo simplificado se han escogido (Figura 11) las cuatro medidas polivalentes (que aplican a más de un riesgo) como las medidas a valorar para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental.

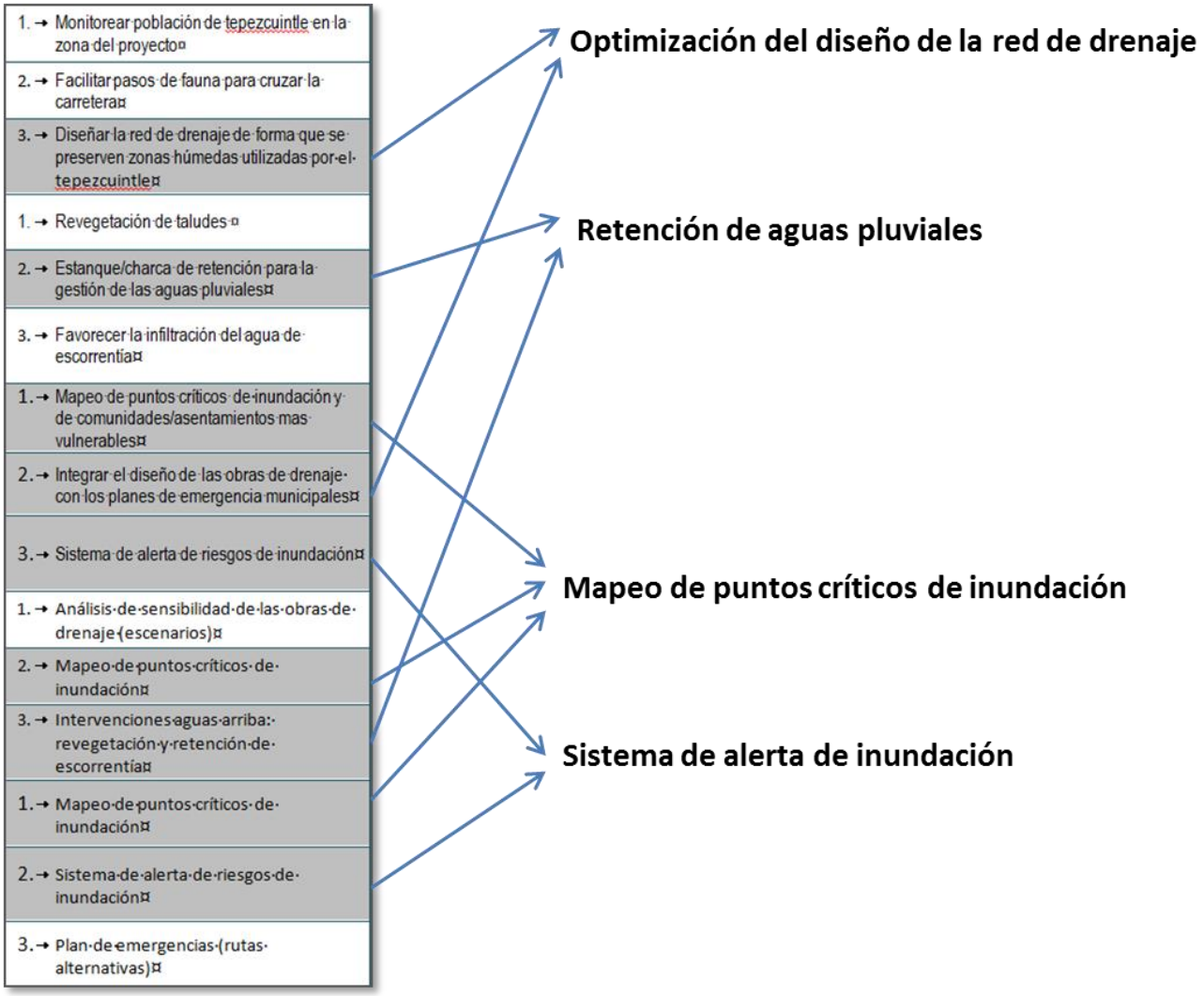


Figura 11: Identificación de tipologías comunes de medidas de adaptación a partir de la lista larga de opciones

Nota: Como regla general, las opciones de adaptación deben tratar de fortalecer la resiliencia climática del proyecto y de los receptores ambientales y sociales priorizados.

Una vez identificadas las opciones de adaptación, el titular debe, como mínimo, evaluar las opciones de adaptación de acuerdo a su eficacia, viabilidad técnica y económica. El Cuadro 16 presenta una comparativa simplificada de las cuarto medidas de adaptación seleccionadas para este proyecto.

Opción de adaptación	Resultado previsto (relativo al riesgo climático correspondiente)	Eficacia (relativo al nivel de riesgo, vulnerabilidad o resiliencia)	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Otros criterios de evaluación (p.ej., co-beneficios ambientales)
Optimización de la red de drenaje	Aumenta la capacidad del sistema de funcionar con precipitaciones máximas más elevadas	Alta	Media (incertidumbre asociada a seleccionar los valores futuros de precipitación máxima	Baja (el coste puede ser alto)	Puede disminuir el riesgo de inundación para las comunidades

Opción de adaptación	Resultado previsto (relativo al riesgo	Eficacia (relativo al nivel de riesgo,	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Otros criterios de evaluación (p.ej., co-
Retención de aguas pluviales	Retención de escorrentía y disminución de caudales pico	Media	Media (implica	Media (requiere mantenimiento y monitoreo)	Creación de hábitats
Mapeo de puntos críticos de inundación	Se prevén zonas de alto riesgo y población vulnerable a este riesgo	Alta	Alta	Baja (requiere actualización)	
Sistema de alerta de inundación	Sistema que permita predecir los eventos de inundación y alertar a las comunidades/grupos vulnerables	Media	Media (requiere medios de alerta adaptados a los diferentes actores o población objetivo)	Media (requiere mantenimiento y actualización)	

*Cuadro 16: Comparativa de opciones de adaptación (**Plantilla 13**)*

Paso 3: Desarrollar un plan de adaptación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

El titular debe justificar el conjunto de medidas seleccionadas (objetivos estratégicos, criterios de evaluación, métodos de evaluación, fuentes de información y datos climáticos) e incluir supuestos clave sobre los resultados esperados de cada medida de manera que ayude al MARN en la revisión del PMA. El Cuadro 17 presenta una versión simplificada del tipo de información que debería incluirse en el PMA para la inclusión de las medidas de adaptación seleccionadas. La información para el “costo estimado” se ha valorado de forma estimada (bajo, medio o alto) considerando el tipo de medida.

Fase del proyecto	Medida de adaptación	Descripción de la medida propuesta	Ubicación de la medida propuesta	Responsabilidad	Costo estimado	Cronograma de implementación de la medida	Resultado previsto (relativo al riesgo climático correspondiente)	Retroalimentación (grado de incertidumbre y contingencia)
Diseño	Optimización de la red de drenaje	Considerar el clima futuro (escenarios, sensibilidad) en el diseño del sistema de drenaje	Infraestructura de drenaje	Titular	Alto	Fase de construcción	Aumenta la capacidad del sistema y disminuye el riesgo de inundación	Rango de aumento la precipitación máxima que se espera
Diseño	Retención de aguas pluviales	Sistemas (naturales o pequeñas obras) que retengan y ralenticen la escorrentía aguas arriba de la carretera	Aguas arriba de la carretera en las cuencas interceptadas	Titular	Medio	Fase de construcción (mantenimiento durante operación)	Disminución de los caudales pico o máximos	Respuesta de las cuencas y procesos / dinámicas internas de estas, aumento de la precipitación
Operación	Mapeo de puntos críticos de inundación	Identificación de zonas de alto riesgo y población vulnerable a este riesgo	Puntos vulnerables a lo largo de la carretera	Titular y municipalidades, asociaciones de vecinos	Bajo	Antes de la fase de operación (y actualizaciones posteriores según se requiera)	Evitar y minimizar daños por inundación en las comunidades próximas	Dinámicas de desarrollo y asentamiento
Operación	Sistema de alerta de inundación	Sistema para predecir los eventos de inundación y alertar a las comunidades/grupos vulnerables	Sistema en red con puntos de observación locales	Titular y municipalidades, servicios de emergencia	Medio	Antes de la fase de operación (y actualizaciones posteriores según se requiera)	Minimizar incidentes en la carretera debido a inundaciones	Efectividad de los mecanismos de alerta

*Cuadro 17: Ejemplo de formato para documentar las opciones de adaptación en un Programa de Manejo Ambiental (**Plantilla 14**)*

3 Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación

Módulo M1: Definición del alcance de las emisiones de gases de efecto invernadero

Este módulo trata de identificar las fuentes potenciales de emisión de GEIs, directas e indirectas, asociadas con el proyecto, así como los posibles impactos del proyecto en sumideros o reservas de carbono.

Paso 1: Identificar las fuentes de emisiones de GEIs

El objetivo de este paso es que el titular identifique todas las fuentes de emisiones (cualquier proceso o actividad que libere un gas de efecto invernadero a la atmósfera) de gases de efecto invernadero significativas asociadas al proyecto. En este caso se han identificado tres fuentes principales de GEI: el tráfico de maquinaria y el uso de combustible para generadores durante la fase de construcción y el tráfico inducido o volumen de tráfico extra que circulará por la ampliación de la carretera durante la fase de operación o de uso de la infraestructura.

Fuente de emisiones de GEI	**Descripción del proceso/actividad**	**Fase del proyecto**	**Tipo de emisión** (directa / indirecta)	**Duración prevista de las emisiones** (años)	**Tipos de GEIs**
Tráfico en el sitio de construcción	Emisiones por combustión de maquinaria móvil y vehículos utilizados durante la fase de construcción	Construcción	Directa	18 meses	CO_2, N_2O, CH_4
Generadores	Emisiones debidas al combustible utilizado para los generados in situ durante la construcción	Construcción	Directa	18 meses	CO_2, N_2O, CH_4
Tráfico inducido	Emisiones por combustión de viajes en vehículos generados por el proyecto durante la fase de operación	Operación	Indirecta	Vida útil del proyecto	CO_2, N_2O, CH_4

*Cuadro 18: Fuentes de emisiones identificadas (**Plantilla 15**)*

Paso 2: Describir los impactos potenciales del proyecto en sumideros y/o reservas de carbono

Se debe también documentar el posible impacto del proyecto en los sumideros o reservas de carbono; estos son sistemas que absorben y o almacenan carbono, por ejemplo, un bosque. Para la ampliación de la carretera se talará vegetación boscosa existente a lo largo del tramo de carretera a intervenir. Se considera que será necesario eliminar la vegetación en una franja de 3 m a lo largo de la carretera.

Sumidero / reserva de carbono	**Impacto del proyecto** (descripción)	**Fase del proyecto**
Vegetación boscosa a los lados de la carretera	Durante los 18 meses que durará la fase de construcción se eliminará la vegetación en una franja de 3 m a lo largo de la carretera (el equivalente a 361 individuos arbóreos)	Construcción

*Cuadro 19: Identificación de impactos en sumideros (**Plantilla 16**)*

Paso 3: Definir el alcance de las emisiones a considerar en el inventario

El alcance de las emisiones define de qué tipo de emisiones se trata (directas o indirectas) y cuál es su grado de relación con el proyecto. Como norma general, se debe definir un alcance que contemple las emisiones significativas del proyecto. En base a este alcance se cuantificará el inventario de emisiones en el Módulo M2. En este caso se consideran todas las emisiones de Alcance 1 (directas) y las emisiones indirectas de Alcance 3 debidas al tráfico inducido ya que en los proyectos de carretera las emisiones por los vehículos que circulan en la infraestructura vial son significativas.

Fuente de emisiones de GEI	Fase del proyecto	Alcance de las emisiones	¿Se considera esta fuente de emisión para el inventario de GEI?
Tráfico en el sitio de construcción	Construcción	Alcance 1	Sí
Generadores	Construcción	Alcance 1	Sí
Tráfico inducido	Operación	Alcance 3	Sí
Vegetación boscosa a los lados de la carretera	Construcción	Alcance 1	Sí

Cuadro 20: Alcance de las emisiones (Plantilla 17)

Nota: Se aconseja al titular que incluya en el inventario las emisiones de Alcance 1 y 2 y considere evaluar también las de Alcance 3 si se trata de un proyecto de carretera.

Módulo M2: Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero

El objetivo de este módulo es desarrollar un inventario de emisiones y cuantifique el potencial de emisiones del proyecto incluyendo todas las fuentes (directas e indirectas) clave.

Paso 1: Recabar información sobre los componentes del inventario

Para calcular las emisiones es necesario conocer dos datos fundamentales: la magnitud de la fuente de emisiones o **datos de la actividad** (por ejemplo, si se trata de consumo de combustible, sería la cantidad y el tipo de combustible consumido por año) y el **factor de emisión** (FE), que es CO_2 emitida por unidad de la actividad. La Guía para Titulares aporta orientación para determinar el tipo de datos y los factores de emisión necesarios para el cálculo de emisiones. Para las fuentes de emisión identificadas en M1 se ha recabado la siguiente información:

			Factor de emisión		
Fuente de emisiones de GEI	Descripción del proceso/actividad	Datos de la actividad para el inventario de GEI	Factor de emisión (CO_2 equivalente/unidad de actividad)	Nivel (IPCC)	Fuentes de información
Tráfico en el sitio de construcción	Emisiones por combustión de maquinaria móvil y vehículos utilizados durante la fase de construcción	Número de vehículos (10), distancia recorrida (20 km), tipo de combustible (gasolina) y consumo medio (l/km)	$FE_{gasolina}$ = 2.38 kg de CO_2/litro	1	Directrices IPCC, datos y estimaciones propias del proyecto (tráfico esperado, tipo de vehículos, etc.)

			Factor de emisión		
Fuente de emisiones de GEI	Descripción del proceso/actividad	Datos de la actividad para el inventario de GEI	Factor de emisión (CO_2 equivalente/unidad de actividad)	Nivel (IPCC)	Fuentes de información
Generadores	Emisiones debidas al combustible utilizado para los generados in situ durante la construcción	Tipo y cantidad de combustible consumida	FE = 74100 kg CO_2/TJ	1	Directrices IPCC (Capítulo 2)
Vegetación boscosa a los lados de la carretera	Durante los 18 meses de la fase de construcción se eliminará la vegetación a lo largo de la carretera	Superficie a talar (3 hectáreas = 10 km de ampliación y una franja de 3 metros) y tipo de vegetación afectada (el tipo de vegetación se asimila a cafetal comercial)	La biomasa presente en este tipo de vegetación es 152 toneladas de materia seca por hectárea	1	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI 2005)

*Cuadro 21: Descripción de fuentes de emisiones para un año típico de construcción (**Plantilla 18**)*

			Factor de emisión		
Fuente de emisiones de GEI	Descripción del proceso/actividad	Datos de la actividad para el inventario de GEI	Factor de emisión (kg CO_2/unidad de actividad)	Nivel (IPCC)	Fuentes de información
Tráfico inducido	Número de vehículos y trayectos medios	Número de vehículos y distancia media (20 km) recorrida por año	$FE_{gasolina}$ = 2.38 kg de CO_2/litro	1	Directrices IPCC, datos y estimaciones propias del proyecto (tráfico esperado, tipo de vehículos, etc.)

*Cuadro 22: Descripción de fuentes de emisiones para un año típico de operaciones (**Plantilla 18**)*

Nota: Las emisiones se deben calcular para un año representativo del funcionamiento normal del proyecto, que es un año en el que el proyecto esté a pleno funcionamiento (durante la fase de operaciones) o un año de construcción que representa el nivel de actividad medio.

Paso 2: Calcular las emisiones totales anuales

Una vez definido el alcance y recabada la información sobre las fuentes de emisión, el titular cuenta en este paso con la información necesaria para calcular las emisiones. La guía para titulares incluye una compilación de métodos de cálculo y factores de emisión genéricos (IPCC Nivel 1) que pueden servir al titular como orientación y punto de partida para el cálculo de emisiones. En este ejemplo se ha seguido el método Nivel 1 para la estimación de las emisiones. El Cuadro 23 presenta el cálculo de emisiones para un año representativo de construcción y el Cuadro 24 presenta la misma información para un año de operaciones.

Fuente de emisiones de GEI	Método de calculo	Datos de la actividad	Factor de emisión	Emisiones (toneladas CO2eq/año)
Tráfico en el sitio de construcción	**$Emisiones_{GEI}$ = KRV** (kilómetros recorridos por vehículo) * **N** (número de vehículos) * **Consumo tipo** (litros/kilometro) * **$FE_{combustible}$**	Se estima que se utilizarán 10 vehículos diariamente durante la construcción que recorrerán una media de 10 km y con un consumo medio de 1.5 l/km	$FE_{gasolina}$ = 2.38 kg de CO_2/litro	130[1]
Generadores	**$Emisiones_{GEI}$ = ΣConsumo de combustible^i * FE_i**	Se estima un consumo de gasolina anual de 1500 toneladas	$FE_{gasolina}$ = 74100 kg CO_2/TJ o 3.07 ton CO_2/tonelada de combustible	4605
Vegetación boscosa a los lados de la carretera	**$Emisiones_{vegetacion}$ = B_{ANTES}** (biomasa antes; 152 toneladas de materia seca por hectárea) * **A** (área a talar) * **CF** (0.5; fracción de carbono en la materia seca)* **(44/12)**	Se van a talar 3 hectáreas en total (1 hectárea por año) de vegetación tipo boscoso (asimilada a cafetal comercial)	$FE_{vegetación}$ = 152 (toneladas de materia seca) * 0.5 = 76 ton CO_2/hectárea	76
			Emisiones totales (total TM CO2eq/año)	**4811**

*Cuadro 23: Emisiones totales anuales para un ano típico de construcción (**Plantilla 19**)*

Nota (1): Este cálculo implica multiplicar el número de vehículos por la distancia recorrida, por el consumo tipo y por 365 días para obtener las emisiones por año

Fuente de emisiones de GEI	Método de calculo	Datos de la actividad	Factor de emisión	Emisiones (toneladas CO2eq/año)
Tráfico inducido	**$Emisiones_{GEI}$ = KRV** (kilómetros recorridos por vehículo) * **N** (número de vehículos) * **Consumo tipo** (litros/kilometro) * **$FE_{combustible}$**	Se estima que circularán por la ampliación de la carretera una media de 5000 vehículos al día realizando un trayecto de 10 km y con un consumo medio de 1.2 l/km	$FE_{gasolina}$ = 2.38 kg de CO_2/litro	43435[1]
			Emisiones totales (total TM CO2eq/año)	**43435**

*Cuadro 24: Emisiones totales anuales para un ano típico de operación (**Plantilla 19**)*

Nota (1): Este cálculo implica multiplicar el número de vehículos por la distancia recorrida, por el consumo tipo y por 365 días para obtener las emisiones por año

Nota: Los titulares deben calcular las emisiones totales de GEI (expresadas en toneladas de CO_2 equivalente por año) como la suma de emisiones de fuentes directas e indirectas de acuerdo al alcance de emisiones definido para el inventario.

Si las emisiones netas del proyecto superan el umbral de 25.000 toneladas de CO_2equivalente para cualquiera de los años tipo definidos, se recomienda que el titular considere opciones de mitigación (Módulo M3). En este caso las emisiones por tráfico inducido durante la fase de operaciones superan este umbral.

Paso 3: Evaluar la incertidumbre en la estimación de emisiones

Los titulares deben identificar y documentar las incertidumbres implícitas en su enfoque hacia la estimación de los GEI. En este caso se han tomado factores de emisión genéricos (no desarrollados para las condiciones de El Salvador) y se han utilizado los métodos Nivel 1 del IPCC, que son los menos sofisticados. Por todo ello, se considera que la incertidumbre asociada a las emisiones estimadas es alta.

Módulo M3: Mitigación y manejo de gases de efecto invernadero

En este módulo se identifican las medidas de mitigación económica y técnicamente factibles para mitigar los GEI e incluirlas como parte del programa de manejo ambiental (PMA).

Paso 1: Identificar las opciones de mitigación para reducir las emisiones de GEI

Considerando los resultados del inventario de GEI desarrollado en el Módulo M2, en este paso se identifican opciones de mitigación para las fuentes de emisiones evaluadas. En el caso de que hubieran varias fuentes, se puede evaluar su contribución relativa a las emisiones totales antes de considerar opciones de mitigación, de forma que los esfuerzos de mitigación se puedan centrar en las fuentes de emisión más significativas.

Para el proyecto de la Ampliación de la carretera CA04S (Tramo II) se ha determinado que las emisiones más significativas (más de 25000 toneladas de CO_2 equivalente por año) se producen por tráfico inducido durante la fase de operación. Esta fuente contribuiría por tanto al 100% de las emisiones.

En la Guía para Titulares se incluyen algunos tipos genéricos de medidas de mitigación por tipo de fuente. Para el tráfico inducido se señalan:

- Vehículos eficientes energéticamente
- Diseño del trazado de la carretera para optimizar trayectos
- Infraestructura e incentivos para fomentar transporte público
- Accesibilidad para bicicletas / peatones

Paso 2: Evaluar las opciones para mitigación

Los titulares deben demostrar que han considerado una amplia gama de opciones e indicar las medidas que proyectan adoptar para minimizar el total de emisiones de GEI del proyecto.

Fuente de emisiones de GEI		Tráfico inducido por la ampliación de la carretera				
Opción de mitigación (descripción)	Efecto previsto sobre las emisiones de GEI	Susceptibilidad ante riesgos climáticos	Impactos ambientales de la ejecución	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Medida seleccionada
Revegetación de los bordes de la carretera con especies permanentes (árboles)	Efecto sumidero: absorción del CO_2 atmosférico	El crecimiento y establecimiento de la vegetación depende factores climáticos.	Positivos: recrea hábitat	Alta	Media	Sí
Optimizar diseño de la carretera: conexión con otras carreteras/caminos, etc.	Reducir la distancia media recorrida	No aplica	Potenciales	Baja (implicaciones de diseño significativas)	Baja (puede ser costoso)	No
Favorecer la conectividad mediante pasarelas peatonales, etc.	Reducir la distancia y favorecer el uso de la infraestructura por los peatones	Valorar vulnerabilidad a riesgos climáticos	Reducidos	Media	Media	Si

*Cuadro 25: Comparativa de opciones de mitigación (**Plantilla 22**)*

Paso 3: Desarrollar un plan de mitigación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

Se aconseja a los titulares que articulen las medidas de mitigación seleccionadas en un plan de mitigación de GEI que resuma los resultados de los pasos anteriores y defina, con suficiente detalle, las acciones a desarrollar para

reducir las emisiones de GEI durante el tiempo de duración del proyecto. El Cuadro 26 resume la información sobre las medidas de mitigación que se incluiría en el PMA.

Medida para la mitigación de los GEI	Fase del proyecto	Ubicación de la medida propuesta	Responsabilidad	Costo estimado	Tiempo de ejecución	Resultado previsto	Formulación de incertidumbre
Revegetación de los bordes de la carretera con especies permanentes (árboles)	Construcción y operación	Bordes de la carretera	Titular y municipios	Medio	3-5 años hasta la implantación de los árboles y mantenimiento en adelante	Captación de emisiones por vegetación boscosa	Efectividad de la formación vegetal como sumidero, éxito de implantación, etc.
Favorecer la conectividad mediante pasarelas peatonales, etc.	Construcción	A lo largo de la infraestructura de la carretera	Titular y municipios	Medio	18 meses	Se disminuye el número de trayectos cortos, mejor conexión comunidades a ambos lados de la carretera	Utilización de las estructuras de conectividad y reducción de trayectos en vehículo

*Cuadro 26: Ejemplo del formato para documentar las opciones de mitigación e integrarlas en el Programa de Maneja Ambiental (**Plantilla 23**)*