

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR  
DEL PROYECTO

---

“REHABILITACIÓN DE TRAMO  
PARA NUEVO PATIO  
FERROVIARIO DEL LIBRAMIENTO  
FERROVIARIO DE CULIACÁN, SINALOA”.



2018

## CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

---

### ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	3
I.1 Datos generales del proyecto .....	3
I.1.1 Nombre del proyecto.....	3
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3 Duración del proyecto .....	4
I.2 Datos generales del promovente.....	5
I.2.1 Nombre o Razón Social.....	5
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	5
I.2.3 Nombre del representante legal.....	5
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	5
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio .....	5

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1. Cronograma de trabajo.....	4
---------------------------------------	---

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1. Ubicación del proyecto. ....	3
--	---

## CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### I.1 Datos generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

"Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa"

#### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en el Estado Sinaloa, en el municipio de Culiacán (Figura I-1), este municipio se encuentra en la región central del estado de Sinaloa, colinda al norte con el municipio de Badiraguato, al sur con el golfo de California, al este con el municipio de Cosalá y el estado de Durango; al oeste con el municipio de Navolato; al noroeste con el estado de Durango; al noroeste con Navolato y Mocorito; al suroeste con Elota y Cosalá, y al suroeste con Navolato y el Golfo de California.

Su altitud sobre el nivel del mar en la costa alcanza hasta los 2,100 metros en la zona de los altos y su superficie es de 6,305.61 km<sup>2</sup> que significa el 10.99 % de la superficie de la entidad y el 0.32 %, ocupando el tercer lugar como municipio más extenso (INAFED).

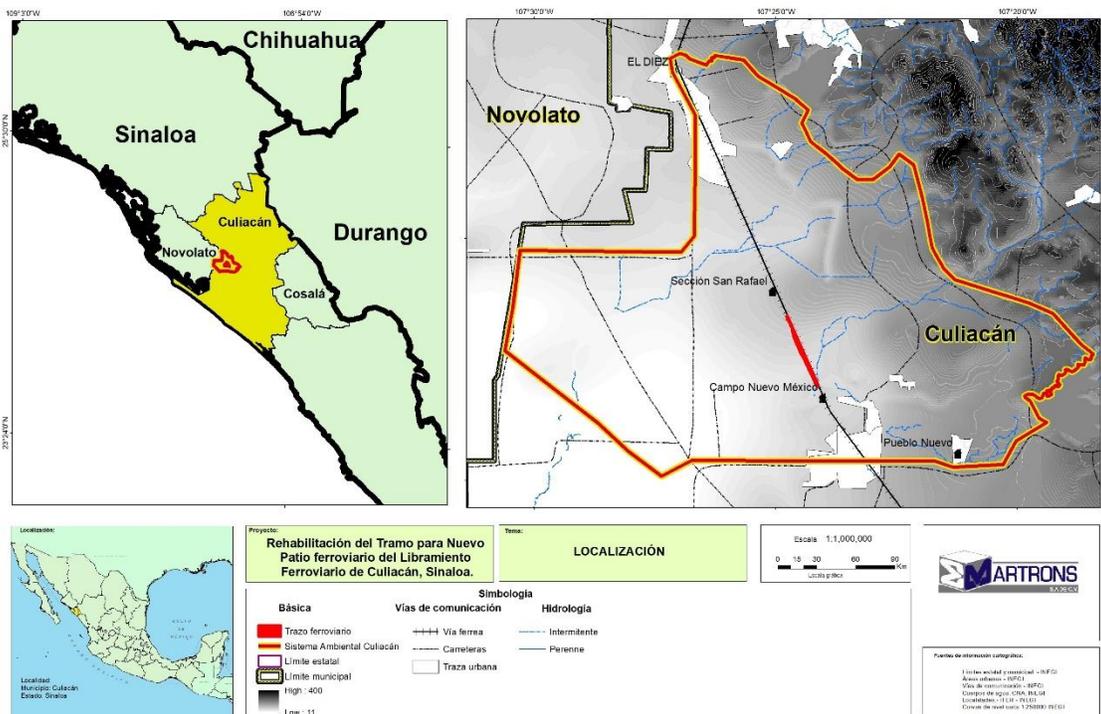


Figura I-1. Ubicación del proyecto.

### I.1.3 Duración del proyecto

El desarrollo del proyecto se estima que será realizado en un periodo de 12 semanas en las cuales se llevarán a cabo las etapas de preparación del sitio y construcción y las actividades que involucran cada etapa (Tabla I-1).

Tabla I-1. Cronograma de trabajo.

Etapas	Actividad	Semanas												Posterior	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Preparación del sitio	Delimitación del área del proyecto, trazo y nivelación topográfica	■													
	Desmonte y despalme		■	■	■	■									
	Suministro de material			■	■	■									
Construcción	Afine de cama de terraplén existente				■	■									
	Distribución y extendido del balasto					■	■								
	Perfilado del balasto						■	■							
	Armado de vía							■	■	■	■				
	Aplicación de soldadura									■	■	■	■		
	Calzado, alineamiento y nivelación									■	■	■	■		
Operación y mantenimiento	Tránsito de ferrocarriles														■
	Mantenimiento														■

## I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

[REDACTED]

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

I.2.3 Nombre del representante legal

[REDACTED]

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[REDACTED]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
II.1    Información general del proyecto .....	8
II.1.1    Objetivo y justificación del proyecto .....	8
II.1.2    Antecedentes.....	9
II.1.3    Ubicación física y dimensiones del proyecto .....	10
II.2    Características particulares del proyecto.....	13
II.2.1    Descripción de las obras y actividades.....	14
II.2.2    Sección 1.....	16
II.2.3    Sección 2.....	16
II.2.4    Sección 3.....	18
II.2.5    Sección 4.....	20
II.2.6    Sección 5.....	20
II.3    Descripción de los servicios requeridos.....	21
II.3.1    Generación de residuos.....	22
II.3.2    Vías de acceso.....	24
II.4    Programa de trabajo.....	25
II.4.1    Etapas del proyecto .....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1. Coordenadas del proyecto (Proyección UTM, Zona 13 Norte, Datum WGS 1984).....	11
Tabla II-2 Características de las vías del proyecto "Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" ...	13
Tabla II-3 Coordenadas UTM de los vértices de la de plataforma 1 .....	14
Tabla II-4 Coordenadas UTM de los vértices de la Plataforma 2. ....	15
Tabla II-5 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 1. ....	16
Tabla II-6 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 2. ....	17
Tabla II-7 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 3. ....	19
Tabla II-8 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 4. ....	20
Tabla II-9 Cadenamientos y superficie de las vías a construir en la sección 5.. ....	20
Tabla II-10. Cronograma de trabajo.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1 Ubicación del proyecto.....	10
Figura II-2 Imagen de la Plataforma 1.....	14
Figura II-3 Imagen de la Plataforma 2.....	15
Figura II-4 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 1. ....	16
Figura II-5 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 2. ....	18
Figura II-6 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 3. ....	19
Figura II-7 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 4. ....	20
Figura II-8 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 5. ....	21
Figura II-9 Ubicación regional del proyecto. ....	24
Figura II-10 Croquis para acceso al terreno donde se desarrollará el proyecto.....	24

## CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

---

En el presente capítulo se describirá la información en conjunto de las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo para el desarrollo del proyecto de acuerdo con su naturaleza, objetivos, características, distribución espacial de obras y/o actividades principales, de servicios y obras asociadas del presente proyecto.

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Objetivo y justificación del proyecto

##### II.1.1.1 Justificación

Actualmente derivado del crecimiento poblacional y el aumento de las actividades comerciales de la región, la convivencia urbano - ferroviaria en el municipio de Culiacán Rosales se ha visto afectada; los principales problemas que ocasiona la interacción entre la operación del ferrocarril y las vialidades urbanas ocasionan altos costos de operación vehicular, incremento en los tiempos de recorrido de los usuarios, debido a las demoras causadas por el paso del ferrocarril y por el bloqueo de los movimientos en los cruces con el tren; adicionalmente, el paso del tren ocasiona molestias a los habitantes de predios aledaños a las terminales y vías ferroviarias; por ruido, vibraciones, descarrilamiento y diversos incidentes que tienen un alto costo tanto para la población, como para la operación ferroviaria.

Como solución a la problemática planteada, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se determinó llevar a cabo un estudio de Análisis Costo - Beneficio, el cual concluye llevar a cabo la reubicación del actual patio de maniobras, el cual generará beneficios al concesionario u operador por disminuir costos de operación y mantenimiento, estas acciones permitirán disminuir la longitud de la vía principal que actualmente opera el concesionario en un 25 %, así como la modernización de las instalaciones del actual patio ferroviario con una perspectiva de crecimiento a futuro de la infraestructura ferroviaria instalada.

El presente proyecto forma parte de un proyecto llamado "Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa", el cual consiste en la reubicación del actual patio de maniobras fuera de la Ciudad de Culiacán Rosales, las reformas del proyecto "Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa", permitirán y favorecerán las condiciones de infraestructura y operación de la línea "T" y del municipio Culiacán Rosales, ya que con estas reformas se evitará el paso del tren por la zona urbana.

### II.1.1.2 Objetivo

El proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio Ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" tiene como objetivo llevar a cabo la primera etapa de construcción del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa". En esta primera etapa se llevará a cabo la construcción de diversos tramos de vías férreas, para que en conjunto con las posteriores obras del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" se logre una solución a la problemática de movilidad que genera el ferrocarril en Culiacán, ya que actualmente la vía férrea crea una barrera artificial que limita la movilidad de personas y vehículos en los sitios donde está inmersa, generando conflictos por la interacción entre la operación del ferrocarril y las vialidades urbanas. Además, de que se frenarían acciones de vandalismo (en las vías férreas ubicadas en el centro de la ciudad) y deterioro en la convivencia urbana.

### II.1.2 Antecedentes

El proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" estructura la primera etapa de labores de trabajo del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa", estos proyectos en conjunto tienen como objetivo la rehabilitación y reubicación del actual patio de maniobras hacia las afueras de la Ciudad de Culiacán Rosales como solución a la problemática principal que genera el ferrocarril en la Ciudad de Culiacán

La línea "T" Guadalajara - Nogales, en la cual se desarrollará el proyecto, forma parte de la vía general de comunicación ferroviaria del Ferrocarril Pacífico – Norte, hoy Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V. (Diario Oficial de la Federación, 1997). La historia de la vía se remonta al año de 1904 cuando Southern Pacific R.R. obtuvo la concesión para construir y explotar un camino férreo que partía del puerto de Guaymas y concluiría su recorrido en la Ciudad de Guadalajara (Miguel, 1992) (Ver Anexos).

El servicio ferroviario en el tramo ubicado entre el municipio de Culiacán y Mazatlán, en el cual se localiza el proyecto, se inauguró de acuerdo con información del Diario Iberia: diario de la mañana el día 01 de marzo de 1909 (Microfilm, UNAM, Hemeroteca Nacional, año III, número 822) (Ver Anexos).

Bajo este contexto, la línea ferroviaria donde se desarrollará el proyecto ha formado parte de la infraestructura ferroviaria nacional por un periodo aproximado de 108 años.

Cabe mencionar que estas obras darán pauta para la realización de etapas posteriores del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" mismas que en su debido tiempo serán solicitadas para su evaluación en materia de impacto ambiental con el trámite correspondiente.

### II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

a) El proyecto en estudio se encuentra ubicado en el Estado Sinaloa, en el municipio de Culiacán (Figura II-1). El municipio de Culiacán se encuentra en la región central del estado de Sinaloa, entre los meridianos 106° 56" 50" y 107° 50" 15" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y las coordenadas extremas de los paralelos 24° 02" 10" y 25° 14" 56" de latitud norte. El municipio de Culiacán tiene un total de 1,015 localidades; su población en 2010 fue de 858,638 habitantes.

Su altitud sobre el nivel del mar en la costa alcanza hasta los 2,100 metros en la zona de los altos. La superficie de municipio es de 6,305.61 km<sup>2</sup> que significa el 10.99 % superficie de la entidad y el 0.32 %, ocupando el tercer lugar como municipio más extenso (INAFED). Colinda al norte con el municipio de Badiraguato, al sur con el golfo de California, al este con el municipio de Cosalá y el estado de Durango; al oeste con el municipio de Navolato; al noroeste con el estado de Durango; al noroeste con Navolato y Mocorito; al suroeste con Elota y Cosalá, y al suroeste con Navolato y el Golfo de California.

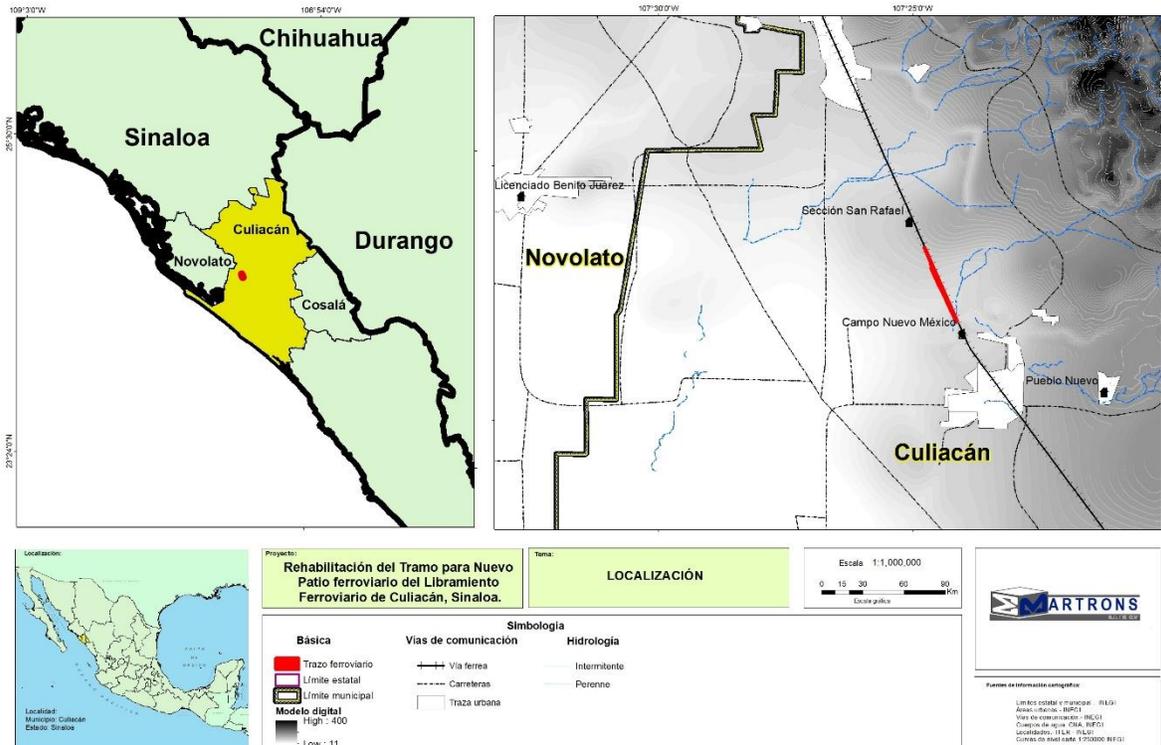


Figura II-1. Ubicación del proyecto.

b) El proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" consiste en rehabilitar y modificar de la vía principal dentro de la línea "T" en una longitud aproximada de 3 km, ubicado entre los kilómetros T-976+017 al kilómetro T-978+966, y completar las plataformas existentes para alojar las vías que formarán parte de un patio ferroviario, con un desarrollo de vía aproximado de 10,091.72 m, en una superficie total aproximada de 23.24 hectáreas, esta superficie abarca parte del derecho de vía concesionado de la línea T el cual es de 35 m de cada lado de la vía, siendo ocupado únicamente del lado izquierdo de la vía dirección Nogales-Guadalajara entre los cadenamientos km T-976+017 al km T-978+966, dentro de la superficie total se encuentran ya construidas dos plataformas con un área combinada de 10.70 hectáreas, a esta plataforma se le sumara la ampliación de la plataforma existente en una superficie de 3.70 hectáreas.

c) La siguiente tabla (II-1) muestra las coordenadas UTM (Zona 13 Norte, Datum WGS 1984) de los puntos de inicio y final de los tramos de vía férrea que será construidas durante el proyecto. En la sección de anexos se presenta la tabla (II-1) en formato Excel.

Tabla II-1. Coordenadas del proyecto (Proyección UTM, Zona 13 Norte, Datum WGS 1984).

Vía	Tramo a construir					
	Inicio			Termino		
	km	X	Y	km	X	Y
<b>Sección 1</b>						
<b>Intermodal 1</b>	T-976+017.98	255792.57	2727223.47	T-976+360	255898.00	2726846.00
<b>Circulación 2</b>	T-976+082.41	255815.00	2727164.00	T-976+400	255917.00	2726801.00
<b>Sección 2</b>						
<b>Circulación 2</b>	T-976+650	255968.15	2726657.26	T-977+030	256351.67	2725646.23
<b>Clasificación 2</b>	T-976+650	255964.29	2726654.65	T-977+030	256332.93	2725639.64
<b>Clasificación 3</b>	T-976+650	255960.11	2726652.91	T-977+460 Corta Vía 0+172.51	256166.00	2726079.70
<b>Clasificación 4</b>	T-976+650	255958.23	2726652.28	T-977+410 Corta Vía 0+122.66	256188.39	2726040.38
<b>Clasificación 5</b>	T-976+665 Circulación 2- 0+585.67	255961.59	2726634.42	T-977+360 Corta Vía 0+072.79	256200.00	2726015.29
<b>Corta vía</b>	T-977+285 Circulación 2 - 1+210.72	255953.60	2726649.48	T-977+510 Clasificación 2- 0+993.96	25626.50	2725973.03
<b>Intermodal 1</b>	976+670	256147.53	2726111.92	977+730	256311.47	2725630.84
<b>Intermodal 2</b>	T-976+840 Intermodal 1- 0+816	255997.98	2726471.59	977+730	256317.54	2725633.14

Vía	Tramo a construir					
	Inicio			Termino		
	km	X	Y	km	X	Y
<b>Intermodal 3</b>	T-976+770 Intermodal 1- 0+750	255987.15	2726517.53	977+730	256324.26	2725635.74
<b>Sección 3</b>						
<b>Circulación 2</b>	T-977+780	256374.16	2725590.32	T-978+310	256565.83	2725086.97
<b>Clasificación 2</b>	T-977+780	256356.38	2725582.20	T-978+310	256561.67	2725093.93
<b>Intermodal 1</b>	T-977+780	256335.15	2725573.06	T-978+310	256558.48	2725084.70
<b>Intermodal 2</b>	T-977+780	256340.48	2725576.28	T-978+150 Intermodal 1 2+136.35	256444.76	2725315.94
<b>Intermodal 3</b>	T-977+780	256345.36	2725579.02	T-978+215 Intermodal 1 2+203.17	2725278.72	2725278.72
<b>Sección 4</b>						
<b>Clasificación 2</b>	T-978+460	256584.70	2725049.40	T-978+360 Circulación 2- 2+384.88	256615.80	2724970.87
<b>Circulación 2</b>	T-978+460	256581.84	2725047.63	T-978+660	276719.71	2724756.36
<b>Intermodal 1</b>	T-978+460	256577.51	2725045.70	T-978+660	256718.13	2724754.70
<b>Sección 5</b>						
<b>Circulación 2</b>	T-978+740	256735.53	2724724.09	T-978+891 PT- 2+814.46	256804.00	2724596.00
<b>Intermodal 1</b>	T-978+740	256733.23	2724723.94	T-978+966.11 PT-2+956.04	256831.00	2724524.00

d) En la sección de Anexos se presenta el mapa General de todo el proyecto llamado "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa", en este mapa pueden observarse la distribución de los tramos de vías que conforman el proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa".

## II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" estructura la primera etapa de labores de trabajo del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa", este último proyecto tienen como objetivo la rehabilitación y reubicación del actual patio de maniobras hacia las afueras de la Ciudad de Culiacán Rosales como solución a la problemática principal que genera el ferrocarril en la Ciudad de Culiacán ya actualmente la vía férrea crea una barrera artificial que limita la movilidad de personas y vehículos en los sitios donde está inmersa, generando conflictos por la interacción entre la operación del ferrocarril las vialidades urbana, así como evitar el vandalismo en las vías férreas en el centro de la ciudad y frenar el deterioro en la convivencia urbano.

Como anteriormente se mencionó, este proyecto forma parte del proyecto "Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa", este proyecto abarca la construcción de vías férreas, caminos de terracería, estructuras para cruces de canales de riego, obras de drenaje, talleres y oficinas. En seguida se presentan las especificaciones de las vías que integran el proyecto base (Tabla II-2).

*Tabla II-2 Características de las vías del proyecto "Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa".*

Vía	Longitud (m)	Cambios No. 15	Cambios No. 10	Capacidad (unidades de 22 m)
Circulación 2	2,814.45	2	-	120
Clasificación 2	1,946.78	-	2	84
Clasificación 3	895.77	-	2	36
Clasificación 4	796.56	-	2	31
Clasificación 5	697.33	-	2	27
Cortavía	221.74	-	2	-
Intermodal 1	2,956.03	2	-	127
Intermodal 2	1,319	-	2	55
Intermodal 3	1,451.99	-	2	61

Recalcando que que las obras del proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" darán pauta para la realización de etapas posteriores del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" del cual proyecciones completas de las vías a construir se muestran en la tabla anterior (tabla II-2) los tramos, actividades y obras no incluidas en el presente proyecto serán solicitadas en su debido tiempo para su evaluación en materia de impacto ambiental con el trámite correspondiente.

### II.2.1 Descripción de las obras y actividades

La construcción de los tramos de vía que se realizarán para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular se realizará en una superficie total aproximada de 23.24 hectáreas, esta superficie abarca parte del derecho de vía concesionado de la línea T el cual es de 35 m de cada lado de la vía, siendo ocupado únicamente del lado izquierdo de la vía dirección Nogales-Guadalajara entre los cadenamientos km T-976+017 al km T-978+966, dentro de la superficie total se encuentran ya construidas dos plataformas con un área combinada de 10.70 hectáreas, a estas plataformas se le sumara la ampliación de la plataforma existente en una superficie de 3.70 hectáreas.

A continuación, se muestra las imágenes de las plataformas existente (Plataforma 1 Figura II-2 y Tabla II-3; Plataforma 1 Figura II-3 y Tabla II-4)

Tabla II-3 Coordenadas UTM de los vértices de la de plataforma 1

Plataforma 1	Superficie (ha)	
	9.26	
	Coordenadas UTM	
Vértices del polígono	X	Y
A	255996	2726658
B	255984	2726669
C	255974	2726659
D	255949	2726647
E	255987	2726495
F	255975	2726469
G	256243	2725774
H	256274	2725759
I	256336	2725638
J	256353	2725639

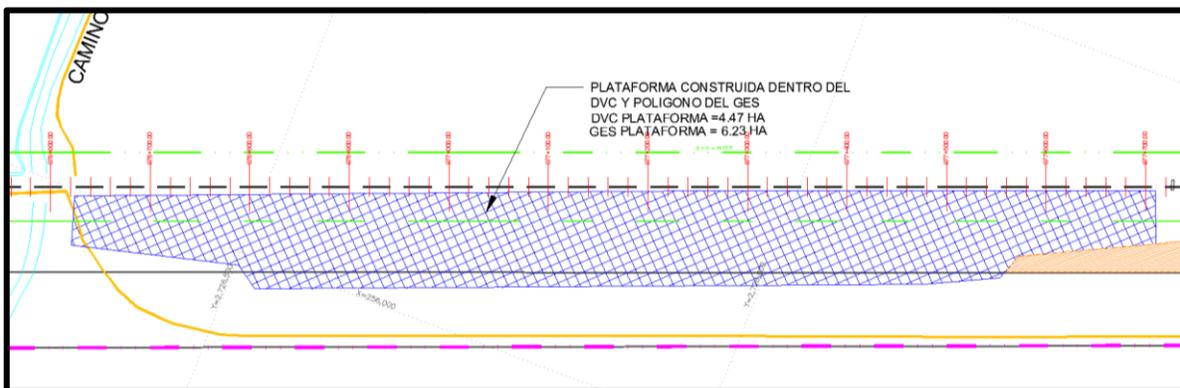


Figura II-2 Imagen de la Plataforma 1.

Tabla II-4 Coordenadas UTM de los vértices de la Plataforma 2.

Plataforma 2	Superficie (ha)	
	1.44	
	Coordenadas UTM	
Vértices del polígono	X	Y
A	256408.00	2725592.00
B	256397.00	2725601.00
C	256366.00	2725585.00
D	256438.00	2725443.00
E	256485.00	2725334.00
F	256583.00	2725121.00
G	256590.00	2725123.00

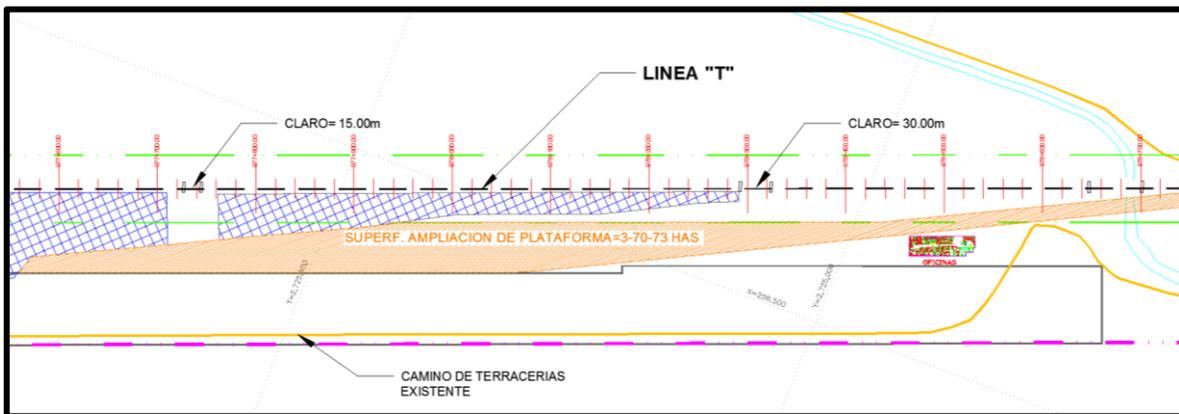


Figura II-3 Imagen de la Plataforma 2.

A continuación se describen los cadenamientos y longitud en los cuales se ubican los tramos férreos que se construirán para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, debido a que no son tramos continuos ya que el proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" solo abarca la primera etapa del construcción del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" y del cual en etapas posteriores serán construidos los tramos que en esta estudio no se incluyen, la descripción de los tramos se divide en cinco secciones.

### II.2.2 Sección 1

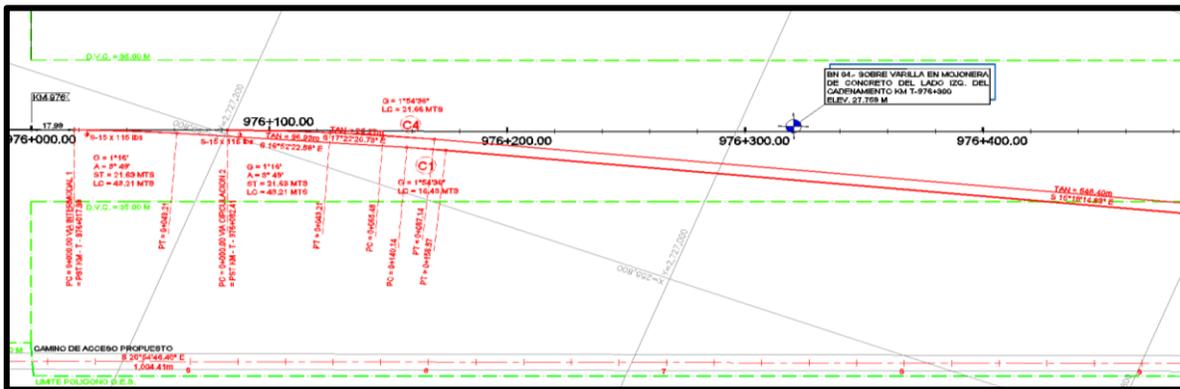
El primer trazo del proyecto incluye dos tramos paralelos a la línea T de las vías Intermodal 1 y de Circulación 2. Para la vía Intermodal 1 el tramo comienza al inicio de la vía, siendo este el punto de conexión de la vía Intermodal 1 con la línea T, y termina aproximadamente a la altura del km T-976+420.

Para la vía de Circulación 2 la sección abarca el tramo ubicado entre el punto de inicio de la vía Circulación 2 y que igualmente conecta con la línea T (T-976+082.41) hasta el km T-976+480.

La siguiente tabla (II-5) y figura muestra los km de la línea T en los cuales se ubica el inicio y termino de las vías a construir que se ubican dentro el derecho de vía.

**Tabla II-5 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 1.**

Vía	Tramo a construir		Longitud (m)
	Inicio	Termino	
Intermodal 1	T-976+017.98	T-976+420	342.02
Circulación 2	T-976+082.41	T-976+480	317.59
Longitud Total (m)			659.61



**Figura II-4 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 1.**

### II.2.3 Sección 2

La segunda sección incluye las estructuras férreas que se ubicaran la superficie comprendida por la plataforma 1 ya construida y el derecho de vía concesionado de la línea T.

La construcción de las vías de Clasificación 2, 3, 4 y 5 inicia a partir de su punto de unión (PC) con la vía Circulación 2 y teniendo como punto de termino (PT) de las vías de Clasificación 3, 4 y 5 la unión de las vías con la vía denominada Corta Vía.

La Corta Vía en la se ubicará en el extremo este de la Plataforma 1 (dirección Nogales-Guadalajara) de forma perpendicular a las vías de circulación permitiendo la conexión entre la vía de Circulación 2 y la vía de Clasificaron 2, al mismo tiempo conecta con las vías de Clasificación 3, 4 y 5 generando en estos puntos los PT de estas vías.

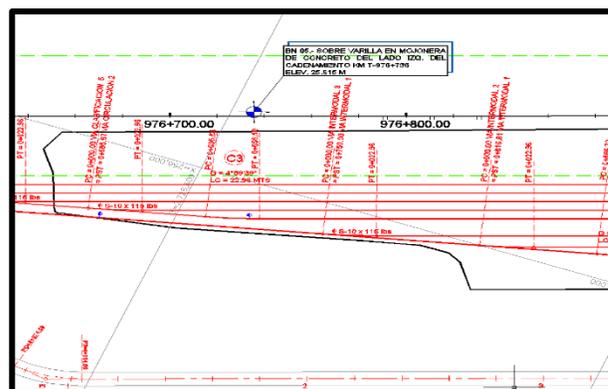
En el caso de las vías Intermodales 2 y 3, estas inician a partir de la bifurcación de la vía Intermodal 1 y terminan al unirse de nuevo de forma posterior a la vía Intermodal 1. Sin embargo, en esta sección el tramo a construir de las vías Intermodal 1, 2 y 3 termina en el km T-977+730.

En la siguiente tabla (tabla II-6) se muestran los km de los tramos de vías férreas a construir que se ubican dentro de la sección 2.

Tabla II-6 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 2.

Vía	Tramo		Longitud (m)
	Inicio	Termino	
Circulación 2	T-976+650	T-977+030	380
Clasificación 2	T-976+650	T-977+030	380
Clasificación 3	T-976+650	T-977+460	810
Clasificación 4	T-976+650	Corta Vía 0+172.51	760
Clasificación 5	T-976+665	T-977+360	695
Corta vía	Circulación 2- 0+585.67	Corta Vía 0+072.79	225
Intermodal 1	T-977+285	T-977+510	1,060
Intermodal 2	976+670	977+730	890
Intermodal 3	T-976+840	977+730	960
	Intermodal 1- 0+816		
	T-976+770	977+730	960
	Intermodal 1- 0+750		
Longitud Total (m)			6,160

Las siguientes figuras (III-5) muestra las imágenes de las vías férreas a construir en el tramo de vías en la Sección 2.



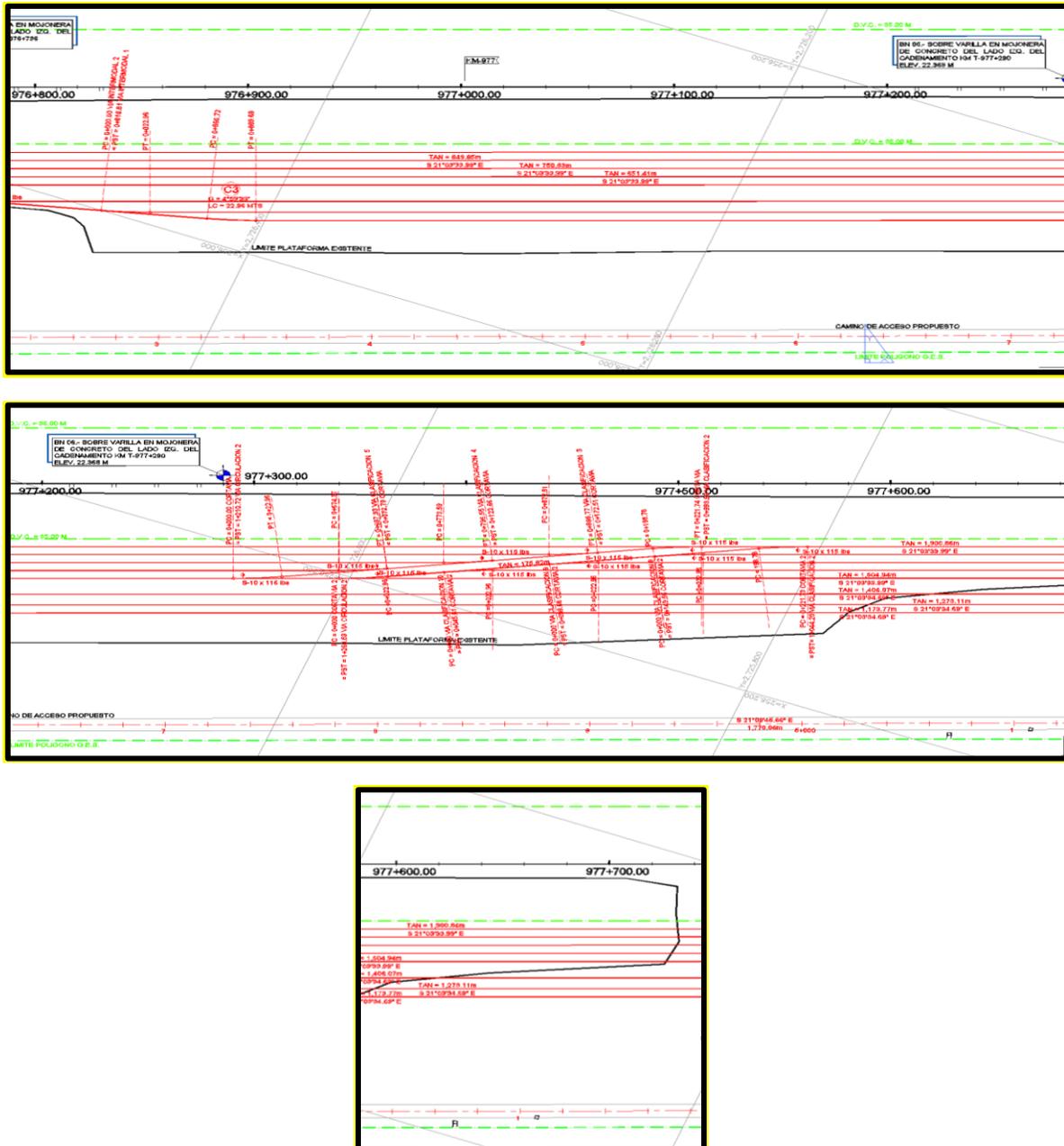


Figura II-5 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 2.

#### II.2.4 Sección 3

Se incluyen las estructuras férreas que se ubicaran en la superficie comprendida por la plataforma 2, la superficie adicional y el derecho de vía concesionado de la línea T.

Los tramos ferroviarios que se integran es esta sección inician en el km T-977+780 y forman parte de las vías Clasificación 2, Circulación 2 e Intermodal 1, 2 y 3.

También dentro de esta sección se levantará el nivel de la vía actual de la línea T a fin de que tanto la plataforma como la vía de la línea T se ubique al mismo nivel.

Las vías Intermodal 2 y 3 tienen tu PT al unirse nuevamente con la vía Intermodal 1 en los km Intermodal 1 2+136.35 e Intermodal 1 2+203.17 respectivamente. En el caso de las vías de Clasificación 2, Circulación 2 e Intermodal 1 el tramo termina en el km T-978+320, continuando la Intermodal 1 de forma individual.

La tabla II-7 y figura II6, muestra los km de los tramos de vías férreas a construir que se ubican dentro de la sección 3.

Tabla II-7 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 3.

Vía	Tramo		Longitud (m)
	Inicio	Termino	
Circulación 2	T-977+780	T-978+310	530
Clasificación 2	T-977+780	T-978+310	530
Intermodal 1	T-977+780	T-978+310	530
Intermodal 2	T-977+780	T-978+150 Intermodal 1 2+136.35	370
Intermodal 3	T-977+780	T-978+215 Intermodal 1 2+203.17	435
Longitud Total (m)			2,395

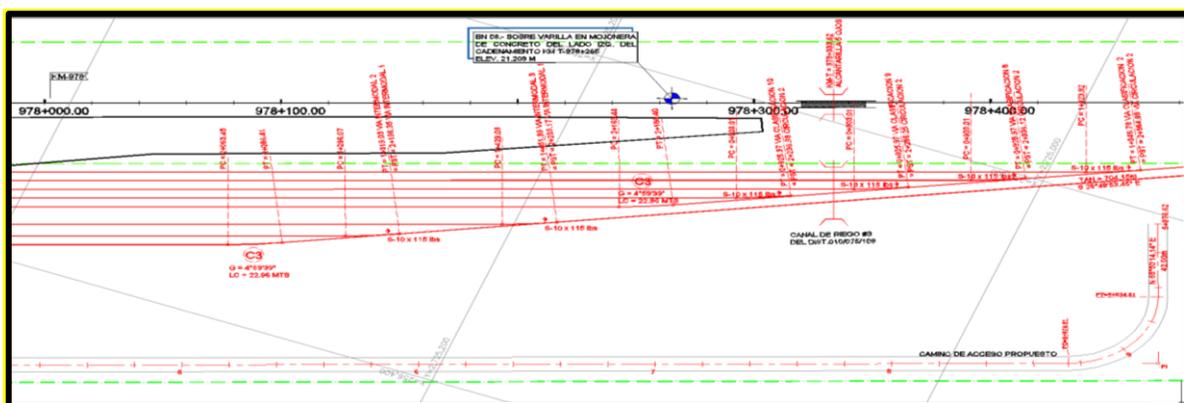
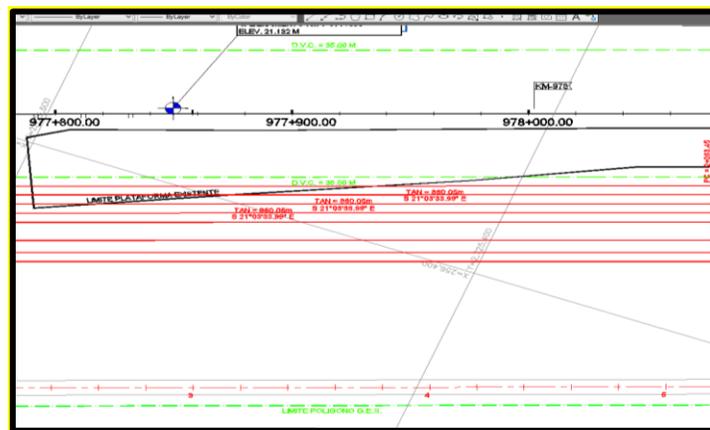


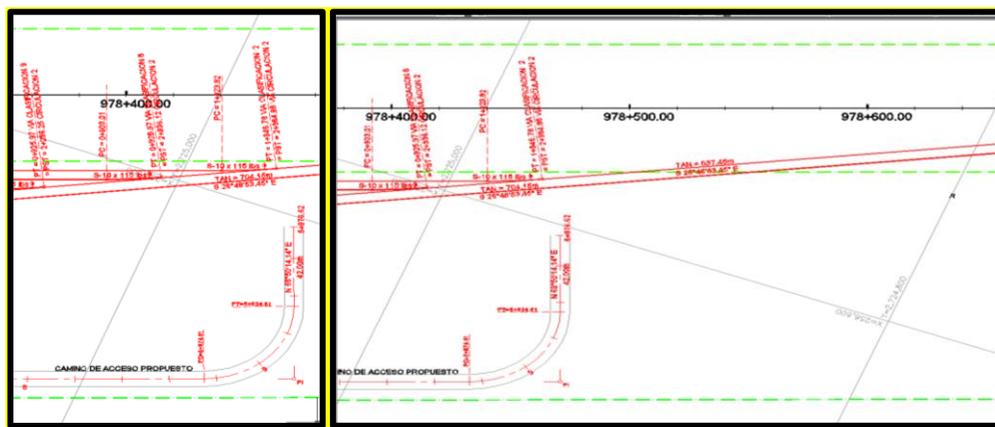
Figura II-6 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 3.

## II.2.5 Sección 4

Esta sección abarca las vías Clasificación 2, Circulación 2 e Intermodal 1 desde el cadenamamiento km T-978+360, siendo en el km T-978+460 en el cual la vía de Clasificación 2 termina al unirse con la vía de Circulación 2. Las vías de Circulación 2 e Intermodal 1 continúan hasta el fin del tramo de esta sección ubicado en el km T-978+660 (Tabla II-8; Figura II-7).

*Tabla II-8 Cadenamientos y longitud de las vías a construir sección 4.*

Vía	Tramo		Longitud (m)
	Inicio	Termino	
Circulación 2	T-978+460	T-978+360 Circulación 2- 2+384.88	100
Clasificación 2	T-978+460	T-978+660	200
Intermodal 1	T-978+460	T-978+660	200
Longitud Total (m)			500



*Figura II-7 Imágenes de las vías férreas a construir en la Sección 4.*

## II.2.6 Sección 5

Los tramos de las vías de Circulación 2 e Intermodal 1 en esta sección inician en km T-978+740 hasta el punto de conexión de ambas vías con la vía de la línea T, siendo el tramo final estas vías (Tabla II-9; Figura II-8).

*Tabla II-9 Cadenamientos y superficie de las vías a construir en la sección 5..*

Vía	Tramo		Longitud (m)
	Inicio	Termino	
Circulación 2	T-978+740	T-978+891 PT-2+814.46	151
Intermodal 1	T-978+740	T-978+966.11 PT-2+956.04	226.11
Longitud Total (m)			377.11



*c. Servicio de tratamiento de aguas residuales*

La obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales. Las aguas residuales que se generen serían las de letrinas y estas serán manejadas por empresas debidamente autorizadas para su disposición, además que los durmientes son de concreto prefabricado por lo que no se requerirá el vaciado y lavado de ollas en el área del proyecto.

*d. Sitios para la disposición de residuos sólidos*

Se contará con un Plan de Manejo Integral de Residuos que involucra la separación de éstos en orgánicos, inorgánicos y en caso de ser generado los residuos peligrosos, los cuales serán recolectados periódicamente mediante contenedores para su disposición y estos sean trasladados a los sitios que las autoridades municipales designen y/o mediante una empresa autorizada para el manejo de los residuos peligrosos.

### II.3.1 Generación de residuos

*a. Residuos sólidos*

En la etapa de preparación del sitio, el proyecto va a generar residuos de suelo y vegetales producto del desmonte y despalme, los cuales podrán ser aprovechados en la conformación de terraplenes. Otro tipo de residuo serán los productos de los cortes, los cuales se utilizará para la construcción de la propia obra.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el personal generará residuos sólidos domésticos como envases de plástico y aluminio, bolsas de plástico y papel entre otros, además de residuos orgánicos, los cuales serán almacenados en contenedores para tal fin dentro del área del proyecto, para que posteriormente estos sean enviados a un sitio autorizado por el municipio para su disposición. En la etapa de operación no se tendrá residuos ya que la operación es de paso de los trenes.

*b. Descarga de aguas residuales.*

No se generarán aguas residuales, las letrinas portátiles contarán con el servicio de limpieza por parte de la compañía prestadora del servicio y será obligación de la compañía disponer de manera adecuada dicha aguas residuales, las cuales contarán con su autorizado correspondiente. La obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales. En la fase de operación del proyecto el servicio de sanitarios no será necesario. No se considera la generación de residuos líquidos producto de la obra en cuestión, ya que por la naturaleza del proyecto no produce este tipo de residuos.

c. *Emisiones a la atmósfera*

La maquinaria, equipos y vehículos que intervendrán en el proyecto liberan a la atmósfera gases generados por la combustión que pudieran afectar la calidad del aire en la etapa constructiva. Se aplicarán medidas preventivas para mitigar y reducir este impacto: los vehículos automotores a diésel deberán presentar su bitácora de mantenimiento antes del inicio de la obra; los vehículos a gasolina deberán presentar su verificación vigente. Pueden generarse también partículas de polvo por el tránsito vehicular en el área, para evitarlo, se mantendrá humedecida.

Se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante a la atmósfera ya que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuentan con un fuerte valor de resiliencia para manejar el impacto.

d. *Contaminación por ruido y vibraciones*

Los ruidos que se presentarán durante la etapa de construcción serán los emitidos por la operación de la maquinaria pesada (como retroexcavadoras, moto conformadoras, grúas y demás maquinaria), pero será de manera temporal.

Los ruidos que se presentarán durante las actividades de operación del ladero, así como a los de la misma vía, son emitidos de manera temporal y se considera que no afecta al medio ambiente. En cuanto a las vibraciones producidas, se considera que la única posibilidad de generar alguna vibración es durante el proceso de compactación de los terraplenes; sin embargo, la energía de compactación requerida por el proceso es muy baja y se disipa dentro de los mismos terraplenes sin llegar a causar efectos a la infraestructura colindante y estas se presentan de manera temporal.

### II.3.2 Vías de acceso

El proyecto se ubica en la parte sur del municipio de Culiacán (Figura II-9). El acceso a la zona sur del proyecto se realiza a través de un camino de terracería al cual se tiene llegado por medio de carretera Federal 15 D Mazatlán – Culiacán (II-10 A). La carretera Federal 15 D Mazatlán – Culiacán conecta con el Aeropuerto Internacional de Culiacán a través de la Av. Jesús Kumate (II-10 B), posteriormente se toma la Calzada Aeropuerto, la cual llega al aeropuerto (II-10 C).

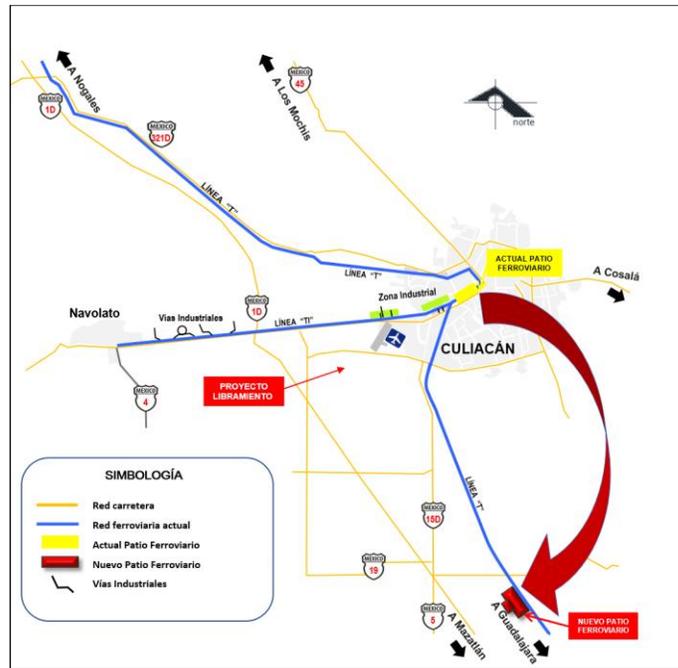


Figura II-9. Ubicación regional del proyecto.



Figura II-10. Croquis para acceso al terreno donde se desarrollará el proyecto.

## II.4 Programa de trabajo

El tiempo requerido para llevar a cabo realización del proyecto será de 12 semanas en las cuales se llevarán a cabo las etapas de preparación del sitio y construcción y las actividades que involucran cada etapa (Tabla II-10).

Tabla II-10. Cronograma de trabajo.

Etapas	Actividad	Semanas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Posterior	
Preparación del sitio	Delimitación del área del proyecto, trazo y nivelación topográfica	■													
	Desmonte y despalme		■	■	■	■	■								
	Suministro de material			■	■	■	■								
Construcción	Afine de cama de terraplén existente				■	■	■								
	Distribución y extendido del balasto					■	■	■							
	Perfilado del balasto						■	■	■						
	Armado de vía							■	■	■	■				
	Aplicación de soldadura									■	■	■	■		
	Calzado, alineamiento y nivelación										■	■	■	■	
Operación y mantenimiento	Tránsito de ferrocarriles													■	
	Mantenimiento														■

### II.4.1 Etapas del proyecto

#### II.4.1.1 Preparación del sitio

Las primeras actividades que se realizarán en el área para preparación del sitio, serán limpieza del terreno, desmonte y despalme, así como el movimiento de tierras y nivelaciones y el acopio y manejo de materiales.

**Desmonte:** Consiste en la remoción del arbolado, así como los arbustos ubicados dentro del trazo.

Para la ejecución del desmonte se recomienda el uso de equipo menor como motosierras; posteriormente se recomienda realizar el trozado de las ramas y troncos y hacer la separación de estos, las ramas se podrán triturar para posteriormente ser empleadas en actividades de reforestación propuestas por el municipio en alguna zona que requiera recuperarse ambientalmente.

**Despalme:** Esta actividad consiste en la remoción de la capa superficial del suelo localizada en los primeros 30 cm de tierra a través del uso de maquinaria pesada. Es importante recalcar que en el caso específico del proyecto la mayor parte de su trayectoria se encuentra pavimentada o bien ocupada por predios que invaden el derecho de vía, por lo que no se prevé extraer durante el despilme material edáfico que presente las características de ser rico en humedad y nutrimentos para considerarse apto para emplearlo en actividades de plantación de flora.

**Acopio de materiales:** Se realiza el almacenamiento de los materiales a utilizar para el nuevo proyecto, los materiales son trasladados en tren con vagones de plataformas con el fin de facilitar las maniobras de desembarque de esta forma se transportan la mayoría de las herramientas a utilizar para realizar las actividades.

#### *II.4.1.2 Construcción*

Durante la etapa de construcción se llevarán a cabo las siguientes actividades:

**Movimiento de tierras:** Consiste en el movimiento de tierras necesario para conseguir la plataforma donde se constituirá la base del terraplén para la circulación del ferrocarril.

Dicho movimiento consiste en hacer cortes de material pétreo en las partes necesarias y transportarlo para formar terraplén, consiguiendo con ello una superficie geométrica; los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente de bancos de préstamo, si hubiese material sobrante habrá de retirarse a los bancos de tiro.

Este movimiento compensatorio es la curva masa, una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes. La capa superior del cuerpo formado habrá de colocar los durmientes que sustentaran la vía. La obra se complementa además de dispositivos y señales que facilitan la conducción y propician seguridad de operación.

**Terracería:** Las funciones principales de la terracería son: servir de estructura de apoyo, soportar esfuerzos estáticos y dinámicos de trenes y vía, evita deformaciones de vía, drenar y evacuar aguas por efectos nocivos. La plataforma puede ser de dos tipos: artificial (obras de fábrica) o natural, en trinchera o desmonte, terraplén, a nivel o a media ladera.

Para las terracerías que permitirán alojar la infraestructura de las vías, se realizará el mejoramiento de las terracerías existentes, esto mediante el despalme de las terracerías existentes para posteriormente continuar con el afine de la cama de terraplén en 20 cm, para finalizar con una recompactación de las propias terracerías.

**Construcción de la vía férrea:** El ferrocarril convencional es un sistema de transporte terrestre en el que los vehículos se apoyan sobre el camino de rodadura por medio de elementos rotativos metálicos, es decir, ruedas.

Esta interrelación entre vehículo y camino de rodadura se concreta en otros dos conceptos que son específicos del sistema:

- Guiado unidireccional por contacto.
- Utilización de la adherencia rueda carril para la transmisión de los esfuerzos de propulsión y frenado.

La construcción de las vías férreas, la vía será tipo clásica, construida con durmientes de madera con escuadría 7"x9"x9', rieles de 115 lb/yard de 39' de largo, unidos con planchuelas, placas de doble hombro y clavados a los durmientes. Para el balastado de las vías, se utilizará balasto con granulometría tipo 4A, de acuerdo a las normas SCT y AREMA.

**Durmientes:** Estos son utilizados para mantener el basalto lo más uniformemente posible y también para mantener el escantillón o amplitud entre rieles; estos son de diferentes clases tal como madera, concreto y blocks reforzado con unión de acero estructural y articulación con pretensado.

**Riel:** Los rieles son las barras de acero que se asientan sobre los durmientes. Representados en dos formas: de doble cabeza (tipo Stephenson) y la de base plana (tipo Vignol). Los primeros se conocen también como riel de cojinetes. Para la fijación de rieles a durmientes se requiere de materiales para fijar las vías clavos, tonillos, placas de asiento, soldadura, etc.

En la construcción de la vía se utilizarán rieles de 39'pies de 115 lb/yd de largo, unidos con planchuelas, apoyados sobre durmientes de madera, con sujeción rígida a base de placas de asiento de doble hombro, anclas y clavos de vía. Serán utilizados juegos de madera de cambio número 10 y número 15, herrajes de cambio del número 10x115 lb/yd.

**Sub-basalto:** Es la capa de material seleccionado que se construye sobre las terracerías terminadas, resistente a la penetración del basalto y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las en terracería, distribuyéndolas en tal forma, que no se produzcan deformaciones perjudiciales en estas. El espesor del sub-basalto no deberá ser menor de 30 centímetros. Para dar por terminada la construcción del sub-basalto, se verificará el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con las siguientes tolerancias:

- Ancho de la sección, del eje de la orilla + 10 cm.
- Profundidad de las depresiones (con regla de 3 m) + 2 cm.

**El basalto:** Es un elemento granular de silíceo sobre el que se asientan las traviesas, cuya función es amortiguar y repartir los esfuerzos que ejercen los trenes sobre la vía e impedir el desplazamiento de ésta y proteger la plataforma.

El material pétreo seleccionado que se coloca sobre el sub-basalto, debajo de los durmientes y entre ellos cuya función es dar la firmeza a la vía y distribuir las cargas que se transmiten al sub-basalto y a las terracerías, además de asegurar el drenaje del agua pluvial.

El material que llena los requisitos de un basalto ideal es la piedra triturada. La piedra para basalto debe ser triturada en fragmentos angulosos bastante uniforme que pasen por malla de  $2 \frac{3}{4}$ " y se retengan en la de  $\frac{3}{4}$ ". Este material es transportado en trenes de tolvas especiales y es descargado a lo largo de la vía para balastar los bordes. La descarga se realiza directamente sobre la subrasante o plataforma para posteriormente realizar la nivelación y alineación de la vía para su posterior operación.

#### *II.4.1.3 Operación y mantenimiento*

La operación del ladero será durante el tiempo que dure la concesión que se estima en un periodo de 50 años de vida útil. El mantenimiento consiste en el deshierbe de la zona, revisión general, así

mismo se contempla la limpieza del sitio del proyecto por la basura que sea generada por las personas que transiten por el lugar. Se contarán con los programas de mantenimiento para la conservación de la infraestructura ferroviaria.

Durante el proceso de operación y mantenimiento se acatará lo establecido en el Reglamento de Conservación de Vía y Estructura para los Ferrocarriles Mexicanos, emitido el 1° de septiembre de 1996. En la fase operativa, el operado de vías (concesionado) tiene un plan maestro para la Prevención, Atención y Remediación de Emergencias Químicas (PAREQ), así como procedimientos de prevención y atención a accidentes ferroviarios. El plan de emergencia, contempla el apoyo y solicitud coordinada de ayuda de instituciones como la Cruz Roja, los Bomberos y Protección Civil Municipal y Estatal.

Durante la operación del proyecto, no se incrementará la probabilidad de ocurrencia de accidentes respecto a los que actualmente se presentan en la vía general de comunicación en operación. Los residuos generados en esta etapa del proyecto se manejarán con un programa de manejo integral de residuos.

La vía general de comunicación, que incluye los laderos y su derecho de vía, está concesionada por un plazo de 50 años, prorrogable 50 años adicionales. Sin embargo, aún después de concluida la concesión, la federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte.

## II.5 Programas de Ordenamiento Ecológico

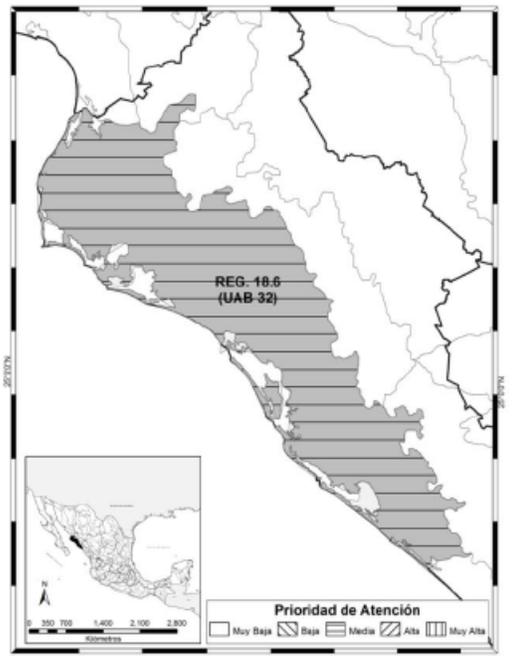
### II.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El acuerdo por el que se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el diario oficial de la Federación el día 7 de septiembre de 2012.

El POEGT está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

El proyecto se localiza dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 32, esta presenta las siguientes características (ver siguiente mapa y tabla).

Tabla II-11. Características de la UAB No. 121

Clave de la Región	18.6	
Unidad Ambiental Biofísica	32	
Nombre de la UAB	Llanuras costeras y deltas de Sinaloa	
Rectores del desarrollo	Agricultura-Industria	
Coadyuvantes del desarrollo	Ganadería	
Otros sectores de interés	CFE	
Política Ambiental	Restauración y aprovechamiento sustentable	
Nivel de atención prioritaria	Media	
Localización	Costa Norte de Sinaloa	
Superficie	17,424.36 Km <sup>2</sup>	
Población indígena	Mayo-Yaqui	
Estado actual del medio ambiente 2008:	<p><b>Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.</b> Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a alta. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Media. El uso de suelo es Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 1.4. Muy baja marginación social. Alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo</p>	

indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera.

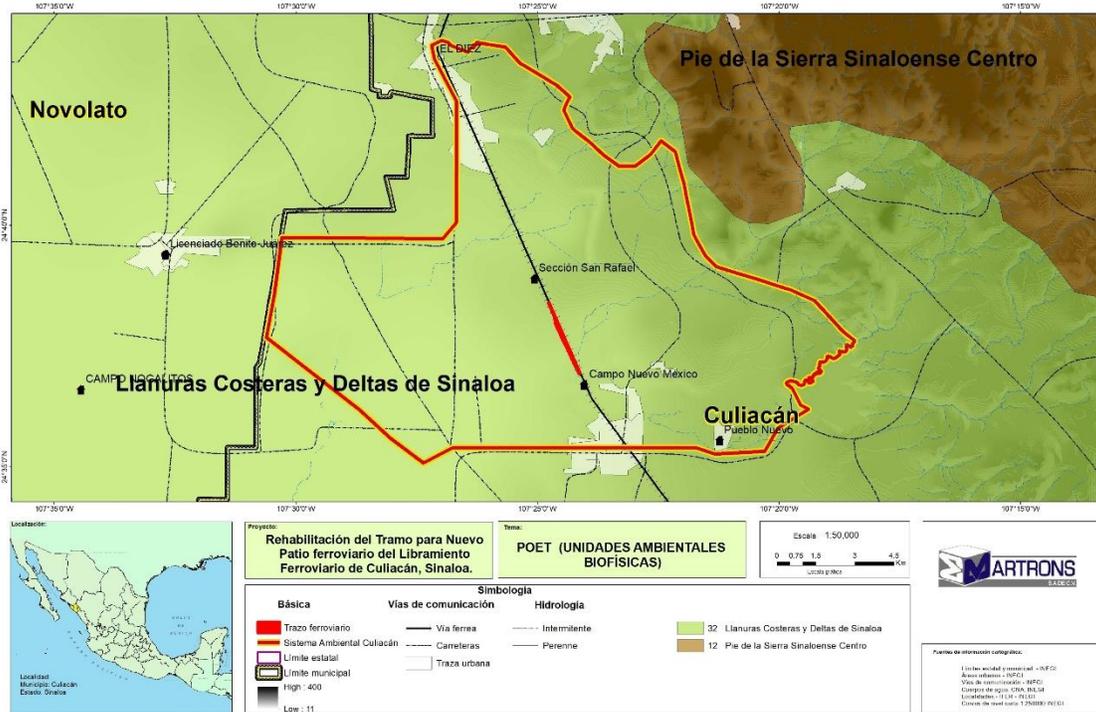


Figura II-11 Ubicación del proyecto y del Sistema Ambiental, dentro de la UAB 32

En la siguiente tabla se muestran aquellas estrategias definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional y que de manera directa e indirecta son vinculables con el presente proyecto.

Tabla II-12. Estrategias de la UAB vinculables con el proyecto

<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>
<b>B) Aprovechamiento sustentable</b>
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios
8. Valoración de los servicios ambientales.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>

**A) Suelo urbano y vivienda**

24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.

**D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional**

31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.

El proyecto no contempla la utilización de algún tipo de especie de flora, fauna o recursos forestales, la protección de éstos no se verá comprometida de ninguna forma. Respecto a la protección de los recursos, durante la etapa de construcción y preparación del sitio las actividades se realizarán solamente dentro del derecho de vía del proyecto, con el fin de evitar daños al ecosistema, de igual forma se contemplarán medidas de mitigación a los ecosistemas en caso de resultar afectados. Para la descarga de aguas residuales provenientes de sanitarios para el personal que trabajará durante la obra, se contratará a una empresa especializada que cuente con los permisos necesarios para el manejo de los sanitarios portátiles, motivo por el que la calidad del agua no se verá afectada. La realización del proyecto considera la generación de nuevos empleos de forma directa e indirecta, contribuyendo al desarrollo económico de la zona.

#### II.5.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sinaloa

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial según el Artículo 36 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa, se define como un instrumento permanente para la elaboración y actualización del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, y tiene por objeto establecer una estrategia de desarrollo que promueva patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio en el Estado de Sinaloa, mediante la adecuada articulación funcional de las políticas sectoriales. Tendrá congruencia con las políticas establecidas en los instrumentos de planeación nacionales y estatales de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, así como con los programas de ordenamiento ecológico.

Cabe mencionar que, a fecha de elaboración del presente estudio, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sinaloa no se encuentra decretado, y no existe manera de realizar la vinculación del proyecto con Unidades de Gestión Ambiental.

## II.6 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán está integrado por el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial, los cuales son los instrumentos legales, técnicos y administrativos que permitirán establecer las estrategias de desarrollo que promuevan patrones equilibrados de ocupación y aprovechamiento del territorio en el Municipio.

Dentro de este Programa se desarrollan y gestionan programas y proyectos estratégicos que mejoran la calidad de vida. Dentro de estos proyectos el proyecto **E.3.4 Reaprovechamiento del Patio de Maniobras de Ferrocarriles**, este proyecto se desarrolla debido a que uno de los elementos que fragmentan y desvalorizan el espacio urbano de la ciudad de Culiacán son los patios de maniobras de ferrocarriles, los cuales se encuentran en una localización privilegiada, por lo que debe elaborarse un programa de reaprovechamiento de este espacio.

Para ello el Municipio de Culiacán deberá:

- Reconocer a los actores relevantes para construir acuerdos en torno al reaprovechamiento. Sin duda, deben estar incluidos Ferrocarriles Nacionales y el Gobierno del Estado de Sinaloa, además de posibles inversionistas y los propietarios y usuarios actuales del área. En tales acuerdos debe prevalecer el interés colectivo y el cumplimiento de los objetivos establecidos sin detrimento del reconocimiento de los intereses de los demás actores.
- La ejecución deberá utilizar la figura del polígono de actuación y el programa maestro deberá diseñarse en función del cumplimiento de los objetivos establecidos y de los acuerdos entre los actores.
- Debe reconocerse que la plusvalía (aumento de valor del suelo en la zona producto del propio proyecto de reaprovechamiento) pertenece plenamente al gobierno municipal quien deberá utilizarlas para financiar las obras iniciales del propio proyecto y los espacios no productivos, como áreas verdes, y de existir la posibilidad podrá usar una proporción minoritaria para estimular la inversión de particulares. Tales plusvalías son generadas por el proyecto y por los derechos de desarrollo concedidos por el propio gobierno municipal.
- Si se establece como política pública nacional el regreso del tren como medio de transporte de pasajeros, deberán establecerse las estrategias para la compatibilidad de los usos entre ambos.

Todo lo anterior va de acuerdo y en coordinación con el desarrollo del proyecto, aunado a esto, la zona del proyecto se localiza dentro de la zona de la llanura de riego (Figura III-4) dentro de esta zona se impulsa el desarrollo de los sistemas agrícolas para lograr una producción de mayor valor agregado y mayores encadenamientos en la economía local.

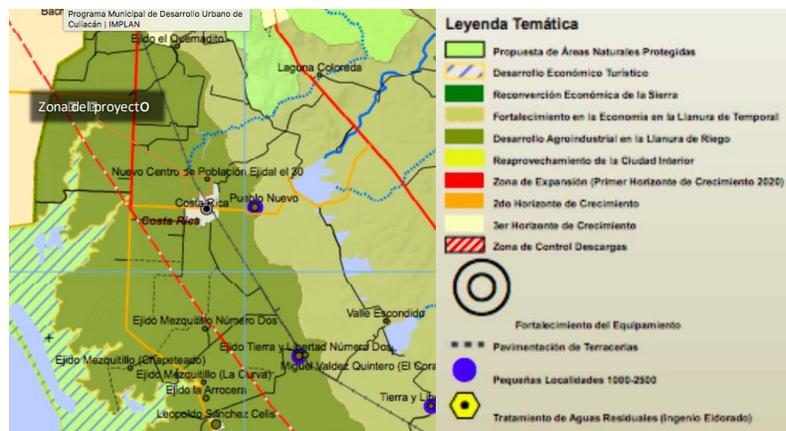


Figura II-12. Ubicación del proyecto con base al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán

Con base en los puntos anteriores, el desarrollo del proyecto no interfiere, ni obstaculiza los objetivos y planes que abarca el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán, de manera contraria al tratarse de una obra ferroviaria para la da bases para el cumplimiento del plan **Reaprovechamiento del Patio de Maniobras de Ferrocarriles**.

## II.7 Áreas Naturales Protegidas

Las ANP son grandes espacios geográficos en los que legalmente se ha establecido algún régimen de protección para salvaguardar sus valores, principalmente naturales, aunque algunas veces también conjuntamente culturales o históricos, y que son administradas por una variedad de autoridades y

organismos. En México existen áreas protegidas de diversos tipos: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas, todas ellas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Las ANP más cercanas al proyecto se presentan en la Figura VII-1 y se describen a continuación. El presente proyecto no está inmerso en ninguna Área Natural Protegida Federal, Estatal o Municipal.

## II.8 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Las AICAs surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregarse en un solo sitio (CONABIO-AvesMX, 2015). El proyecto no está dentro de ninguna AICA.

## II.9 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP, en particular, tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación (Arriaga *et. al.*, 2000). El proyecto no incide en ninguna Región Terrestre Prioritaria.

## II.10 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Tienen el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido (Arriaga *et. al.*, 2000). El presente proyecto no se localiza dentro de alguna RHP.

## II.11 Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. Dentro del área del proyecto no se encuentra ningún sitio Ramsar.

## II.12 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia "The David and Lucile Packard Foundation" (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación (Arriaga *et. al.*, 2000). El proyecto en estudio no se vincula con ninguna Región Marina Prioritaria.

### **II.13 Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad**

La planificación de la conservación de la biodiversidad marina es fundamental ya que in componente esencial de la mega diversidad de México son los ambientes costeros, oceánicos e insulares. Estos ecosistemas son de importancia crítica ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de amplia distribución y al mismo tiempo son sitio importante de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias (CONABIO, 2008). El área del proyecto no incide con algún sitio marino prioritario.

## CAPÍTULO IV PROYECTO

### ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	37
IV.1    Delimitación y justificación del área de influencia y del sistema ambiental .....	37
IV.1.1    Área de influencia del proyecto .....	37
IV.1.2    Delimitación del área de estudio .....	37
IV.2    Caracterización y análisis del sistema ambiental .....	41
IV.2.1    Medio abiótico.....	41
IV.2.2    Medio biótico.....	62
IV.2.3    Medio socioeconómico.....	72
IV.2.4    Paisaje.....	78
IV.3    Diagnóstico ambiental .....	88

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV-1. Tipos de rocas presentes en el SA y AID. ....	47
Tabla IV-2. Características orográficas del municipio de Culiacán, Sinaloa.....	49
Tabla IV-3. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental.....	65
Tabla IV-4. Lista de especies observadas en el área del proyecto. ....	67
Tabla IV-5. Tasa de mortalidad y distribución porcentual de las defunciones por edad y sexo Nacional y Estado de Sinaloa.....	76
Tabla IV-6. Tasas de participación económica, por rangos de edad y sexo, en el Municipio de Culiacán. ....	77
Tabla IV-7. Matriz de evaluación de la calidad visual de paisaje.....	84
Tabla IV-8. Matriz de evaluación de la fragilidad visual de paisaje. ....	85
Tabla IV-9. Tabla de rangos para la evaluación de la fragilidad visual de paisaje. ....	87
Tabla IV-10. Tabla de rangos para la clasificación de paisaje.....	88

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV-1. Área de influencia directa del proyecto.....	37
Figura IV-2. Uso del mapa temático sobre edafología para delimitar el SA del proyecto. ....	38
Figura IV-3. Uso del mapa temático sobre regiones hidrológicas prioritarias para delimitar el SA del proyecto. ....	39
Figura IV-4. Uso del mapa temático sobre carreteras para delimitar el SA del proyecto. ....	39
Figura IV-5. Uso del mapa temático sobre límites municipales para delimitar el SA del proyecto. ...	40
Figura IV-6. Uso del mapa temático sobre uso de suelo y vegetación para delimitar el SA del proyecto. ....	40
Figura IV-7. Sistema Ambiental delimitado.....	41
Figura IV-8. Mapa de climas presentes en el SA. ....	42
Figura IV-9. Temperatura promedio del periodo 1951-2010 de la estación de Culiacán, Sinaloa. ....	43
Figura IV-10. Precipitación promedio de la estación de Culiacán, Sinaloa.....	43
Figura IV-11. Peligros para el municipio de Culiacán, Sinaloa.....	44
Figura IV-12. Mapa de edafología presente en el SA. ....	46
Figura IV-13. Mapa de geología presente en el SA. ....	47
Figura IV-14. Mapa de Unidades ambientales biofísicas.....	48
Figura IV-15. Provincia denominada Llanura Costera del Pacífico. ....	49
Figura IV-16. Características orográficas del municipio de Culiacán, Sinaloa. ....	50
Figura IV-17. Regionalización sísmica en la República Mexicana. ....	51
Figura IV-18. Mapa de hidrología superficial y subterránea en el SA. ....	52
Figura IV-19. Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales en el SA. ....	55
Figura IV-20. Mapa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en el SA. ....	56
Figura IV-21. Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias en el SA. ....	58
Figura IV-22. Mapa de Sitios Ramsar en el SA.....	60
Figura IV-23. Ubicación del Proyecto respecto a las Provincias bióticas. ....	63
Figura IV-24. Ubicación del Proyecto respecto a las divisiones florísticas de México.....	64
Figura IV-25. Mapa de uso del suelo y vegetación en el SA. ....	65
Figura IV-26. Provincias Biogeográficas de México.....	69
Figura IV-27. Población total por género en el municipio de Culiacán, Sinaloa.....	73
Figura IV-28. Pirámide poblacional del municipio de Culiacán, Sinaloa.....	74
Figura IV-29. Porcentaje de población inmigrante, emigrante y saldo neto migratorio interno por sexo en Sinaloa. ....	75
Figura IV-30. Principales causas de mortalidad en Sinaloa, 2003. ....	77
Figura IV-31. Vista de la plataforma 1 desde la vía férrea de la línea en el km T-976+690.6.....	82
Figura IV-32. Vista al sur, dirección Guadalajara-Nogales desde el km T-976+690.6 en la vía férrea.82	
Figura IV-33. Vista del paso del tren por la vía línea "T". Orientación este, dirección Nogales-Guadalajara.....	83
Figura IV-34. Vista de la vía férrea km T-978+169, al norte (A), sur (B) y este (C), dirección Nogales-Guadalajara. En la franja del derecho de vía existe una franja de árboles de la familia de las leguminosas.....	83
Figura IV-35. Vista de la vía férrea km T-978+767.64, al sur, dirección Nogales-Guadalajara.....	84

## CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### IV.1 Delimitación y justificación del área de influencia y del sistema ambiental

#### IV.1.1 Área de influencia del proyecto

En la siguiente figura (IV-1) se observa que el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto consiste en la construcción de los tramos de vía que se realizarán para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular se realizará en una superficie total aproximada de 23.24 hectáreas, esta superficie abarca parte del derecho de vía concesionado de la línea T el cual es de 35 m de cada lado de la vía, siendo ocupado únicamente del lado izquierdo de la vía dirección Nogales-Guadalajara entre los cadenamientos km T-976+017 al km T-978+966, dentro de la superficie total se encuentran ya construidas dos plataformas con un área combinada de 10.70 hectáreas, dentro de su superficie no existe vegetación además a estas esta plataformas se le sumara la ampliación de la plataforma existente en una superficie de 3.70 hectáreas.



*Figura IV-1. Área de influencia directa del proyecto.*

#### IV.1.2 Delimitación del área de estudio

El Sistema Ambiental (SA) es el espacio geográfico conformado por un ecosistema o un conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidad funcional y homogénea, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales. El SA debe delimitarse de conformidad al Artículo 13º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Para la ejecución de un proyecto, es importante identificarlo, ya que éste es equivalente a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de impacto ambiental (RLGEEPA-MEIA, 2000).

#### IV.1.2.1 Criterios de delimitación del Sistema Ambiental

El método empleado en este proyecto para delimitar el Sistema Ambiental (SA), empleando un el software Google Earth Pro 7.3, y los diferentes mapas medioambientales, socioeconómicos, culturales, administrativos y geográficos, en formato kml de INEGI y CONABIO correspondientes al estado de Sinaloa, proyectadas en coordenadas Universal Transversa de Mercator Zona 13 R. Se sobrepusieron cada uno de los mapas, y la zona alrededor del AID cuya superficie, la zona para delimitar el SA fue la más homogénea, es decir, que coincidió únicamente con una unidad de cada mapa. De esta manera, el conjunto de límites más próximos al AID, de las unidades tomadas en cuenta, fungen como los límites del SA. De este modo se tiene que los criterios tomados para delimitar el SA son los que a continuación se presentan.

Se sobrepusieron los diferentes mapas en la zona alrededor del AID del proyecto para analizar y elegir la superficie más homogénea, además, esta zona que permite dimensionar los impactos ambientales derivados del proyecto. Así pues, el conjunto de límites de las unidades más próximos al área del proyecto, fungen también como los límites del SA. De este modo se tiene que los criterios tomados para delimitar el SA son:

- Al noreste la delimitación se basó en el conjunto de datos edafológicos escala 1:250 000 Serie II, utilizando el límite de las unidades de suelo de tipo Vertisol, Feozem Háplico y Litosol (Figura IV-2).

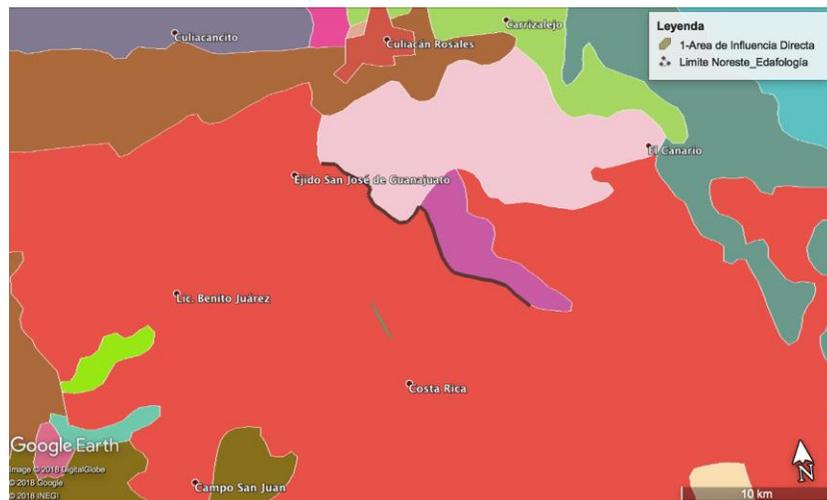


Figura IV-2. Uso del mapa temático sobre edafología para delimitar el SA del proyecto.

- Para la zona suroeste del SA se utilizó el límite de la Región Hidrológica Prioritaria 19 "Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón", esto con base a la Regionalización del Territorio Nacional realizada por CONABIO (Figura IV-3).



Figura IV-3. Uso del mapa temático sobre regiones hidrológicas prioritarias para delimitar el SA del proyecto.

- La parte sur y noroeste del SA se delimitó por medio de carreteras cercanas al proyecto. La zona sur del SA se acota por medio de la Carretera 325 Independencia, mientras que la parte noroeste se definió por las carreteras Sinaloa Villa Benito Juárez – Novolato y Carretera Federal 15 D Mazatlán – Culiacán (Figura IV-4).

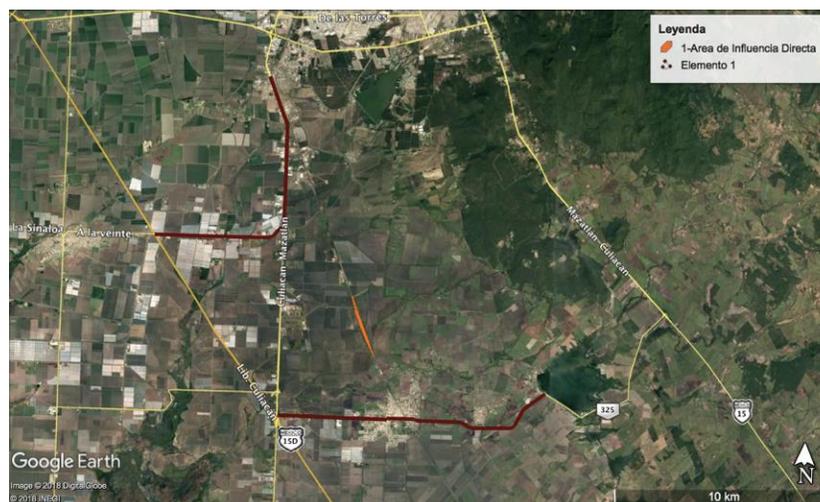


Figura IV-4. Uso del mapa temático sobre carreteras para delimitar el SA del proyecto.

- También se utilizó una sección del límite municipal, entre los municipios de Culiacán y Novolato, para una parte del límite noreste del SA (Figura IV-5).



Figura IV-5. Uso del mapa temático sobre límites municipales para delimitar el SA del proyecto.

- Para la delimitación de la parte sureste del SA se utilizó la capa del Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (2016). Se utilizó el límite de un cuerpo de agua formado por un dique ubicado en la localidad de Costa Rica (Figura IV-6).



Figura IV-6. Uso del mapa temático sobre uso de suelo y vegetación para delimitar el SA del proyecto.

#### IV.1.2.2 Sistema Ambiental delimitado

Con base en lo descrito anteriormente, se presenta en la siguiente figura el SA para este proyecto, el cual corresponde a un polígono irregular con una superficie de 17,766 ha (Figura IV-7).



Figura IV-7. Sistema Ambiental delimitado.

Dentro del SA se presentan diversas características abióticas, bióticas y socioeconómicas particulares, las cuales permitirán elaborar un diagnóstico para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto, las cuales se presentan a continuación.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1 Medio abiótico

#### IV.2.1.1 Clima

El proyecto se ubica dentro del municipio de Culiacán, el clima en este municipio está determinado por su latitud, circulación atmosférica del viento, la cercanía al Océano Pacífico, pero es la variación en altitud entre la costa y la Sierra Madre Occidental lo que da lugar a su diversidad climática (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán).

Con base en la información del Portal de Geoinformación de CONABIO (2012) el sistema ambiental presenta dos tipos de climas  $BS_0 (h')w$  y  $BS1 (h')w$  (Figura IV-8), este último es de tipo semiárido cálido, con una temperatura media anual mayor a  $22^{\circ}C$  y una temperatura del mes más frío mayor a  $18^{\circ}C$ ; lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 % del total anual.

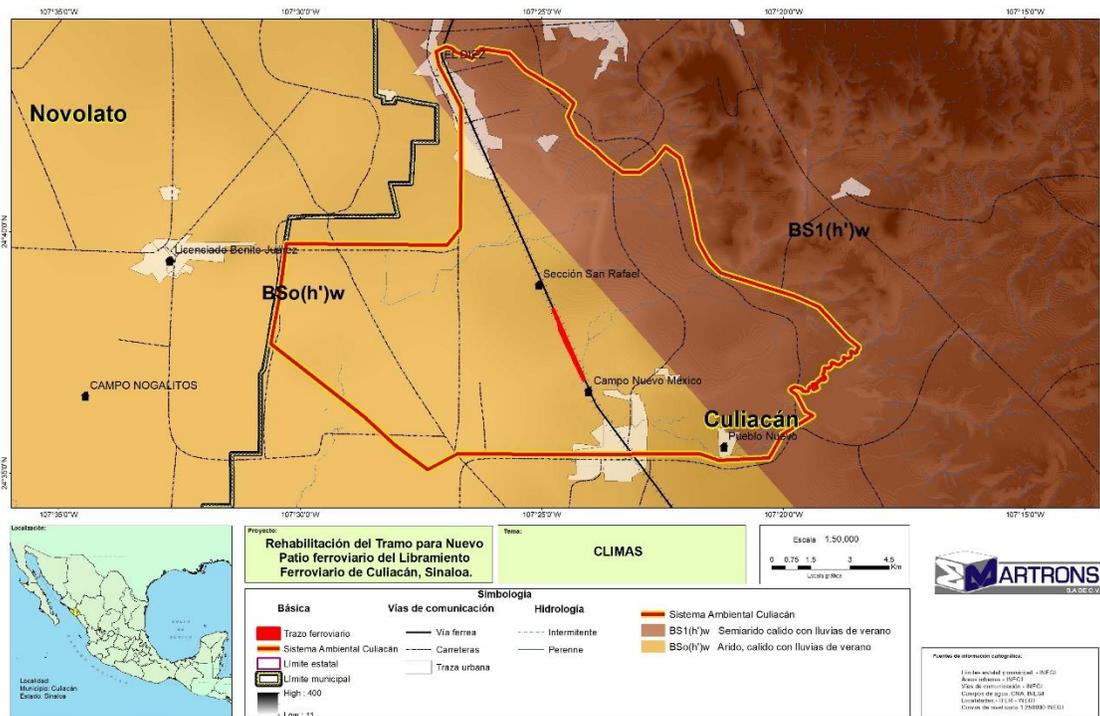


Figura IV-8. Mapa de climas presentes en el SA.

En el área del proyecto se presenta un clima  $BS_0(h)w$  es un semiárido cálido con temperatura media anual mayor a 22 °C, temperatura media del mes más frío mayor de 18 °C, lluvias escasas en verano.

#### IV.2.1.1.1 Temperatura

A través de datos de los normales climatológicos obtenidos del periodo de 1951-2010 de la estación meteorológica 00025015 Culiacán (DGE) del Servicio Meteorológico Nacional ubicada en la latitud 24°47'31" N y Longitud 107°23'57" W, se observa que la temperatura en el municipio oscila entre los 11° y 36° C con una temperatura media de 25° C. Los meses de mayo, junio, julio y agosto presentan las temperaturas más elevadas con 34.9°C, 35.9°C, 35.5°C y 34.8°C respectivamente, caso contrario los meses de enero y febrero presentan las menores temperaturas a lo largo del año con 10.9°C y 11.3°C (Figura IV-9).

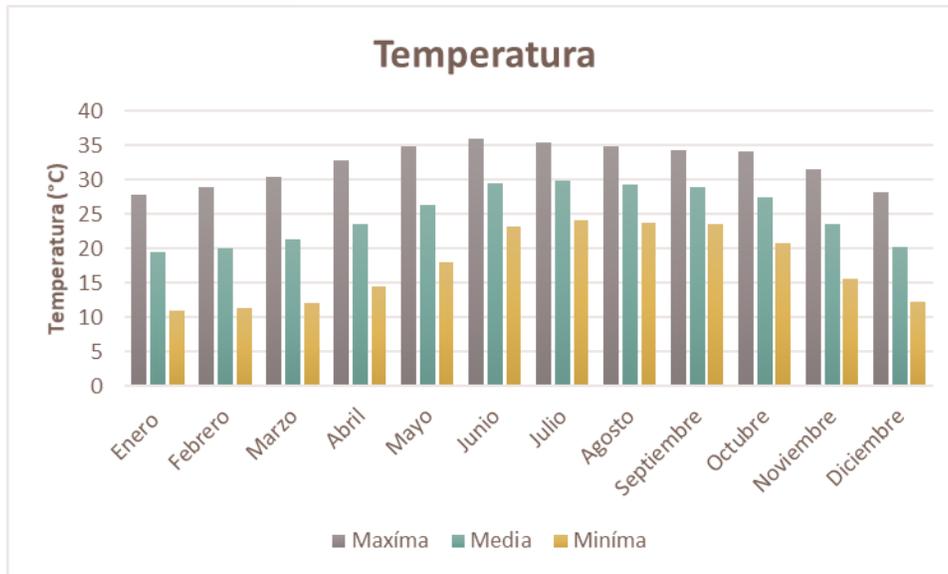


Figura IV-9. Temperatura promedio del periodo 1951-2010 de la estación de Culiacán, Sinaloa.

#### IV.2.1.1.2 Precipitación

Los datos de la precipitación normal tomados de la estación meteorológica 00025015 Culiacán (DGE) presentan una precipitación promedio de 667.3 mm al largo del año, siendo los meses más lluviosos julio, agosto y septiembre con una precipitación media de 162.8 mm, 209.2 mm y 141.6 mm respectivamente, con una gran diferencia los meses más secos son marzo, abril y mayo ya que presentan una precipitación promedio de 2.2 mm (Figura IV-10).

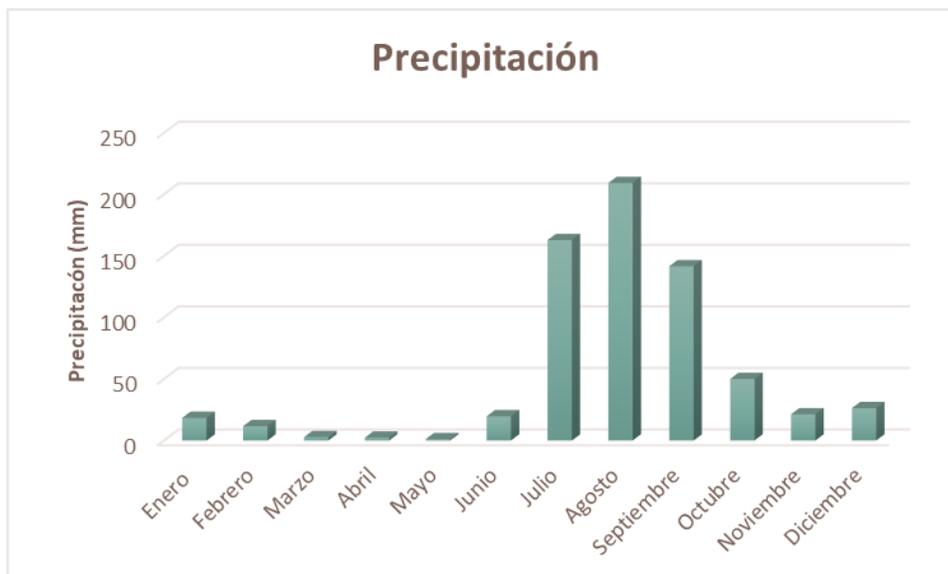


Figura IV-10. Precipitación promedio de la estación de Culiacán, Sinaloa.

Las lluvias en el municipio son de carácter conectivo típicas de verano son producto del calentamiento de las masas de aire que asciende verticalmente y son asociadas con gran nubosidad, lo que viene a proveer de intensas lluvias; también se presentan lluvias ciclónicas que resultan del choque de masas de aire con diferente temperatura en verano y principios de otoño (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán).

#### IV.2.1.2 Peligrosidad y fenómenos meteorológicos

Para evaluar los peligros a los que se encuentra expuesto el municipio de Culiacán (municipio en donde se localiza el SA y el proyecto) se utilizó la aplicación "Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad", este sistema presenta de manera sencilla, los grados y/o índices de peligro y vulnerabilidad calculados por el CENAPRED a nivel municipal (Atlas Nacional de Riesgos, s.f.).

En la Figura IV-11 se puede observar que, ciclones tropicales y susceptibilidad de laderas son los peligros que presentan un valor más alto (rojo) de peligrosidad; mientras que los peligros con un valor alto (anaranjado) son ondas cálidas e inundaciones. Para el caso de sequías, tormentas eléctricas, granizo, bajas temperaturas y sísmico el valor de peligrosidad es medio.

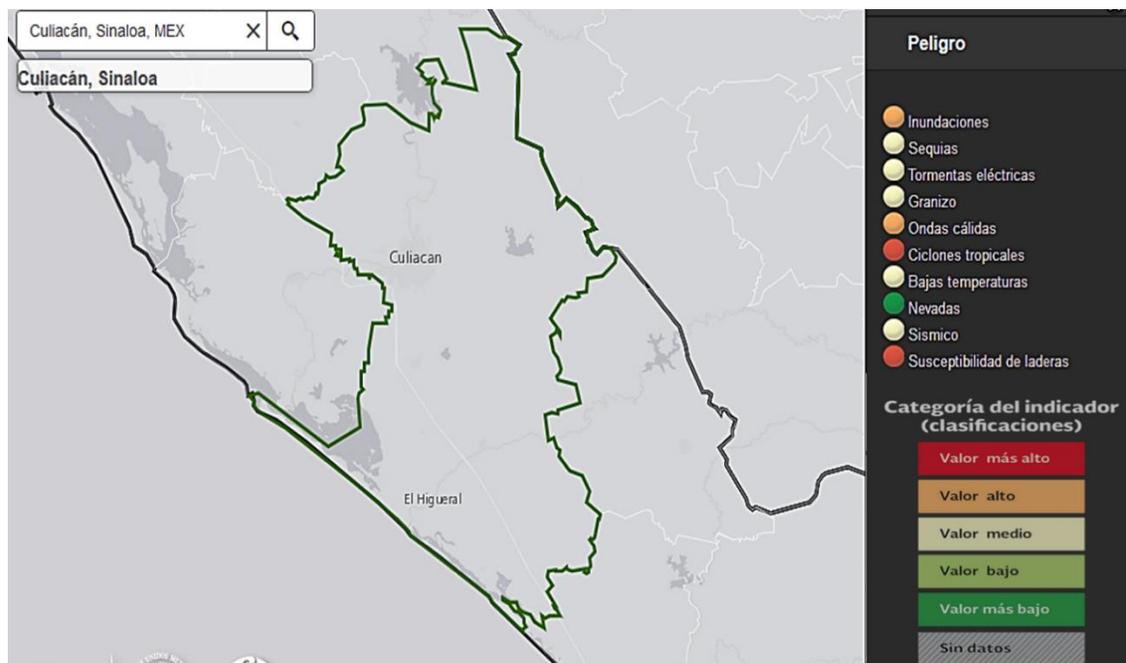


Figura IV-11. Peligros para el municipio de Culiacán, Sinaloa.

En la literatura consultada se encontró que la ciudad de Culiacán y el municipio en general, se encuentra en una región clasificada de alto riesgo debido a los fenómenos naturales, su cercanía a la costa y su ubicación en la trayectoria de huracanes. A su vez, el hecho de que la atraviesen tres ríos y diferentes arroyos, que, si bien son factores positivos para la actividad agrícola, hacen que la ciudad sea susceptible a inundaciones.

La zona en estudio presenta lugares de altas pendientes, las cuales no son aptas para el desarrollo urbano, debido a su tipo de suelo, principalmente vertisol, en las cuales se pueden llegar a generar deslaves. (Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán 2008-2010).

La ciudad está incrementando sus índices de contaminación, sobre todo en del aire, debido al incremento considerable del número de automóviles en la ciudad.

En general, para el estado de Sinaloa se tiene registro de que existe la influencia tanto de huracanes, ciclones, tormentas tropicales y depresiones tropicales. Estos eventos se relacionan con el aumento de precipitación y humedad que tienen como consecuencia inundaciones. En cuestiones de sequía se tiene que esta es tanto hidrológica como agrícola cuya intensidad es moderada (Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Libramiento de Culiacán, En una longitud de 22 km, En el estado de Sinaloa, s.f.).

#### *IV.2.1.3 Edafología*

La Ciudad de Culiacán presenta en su mayoría un suelo de tipo vertisol (Figura IV-12), son suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa, la vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsadas en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son suelos muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

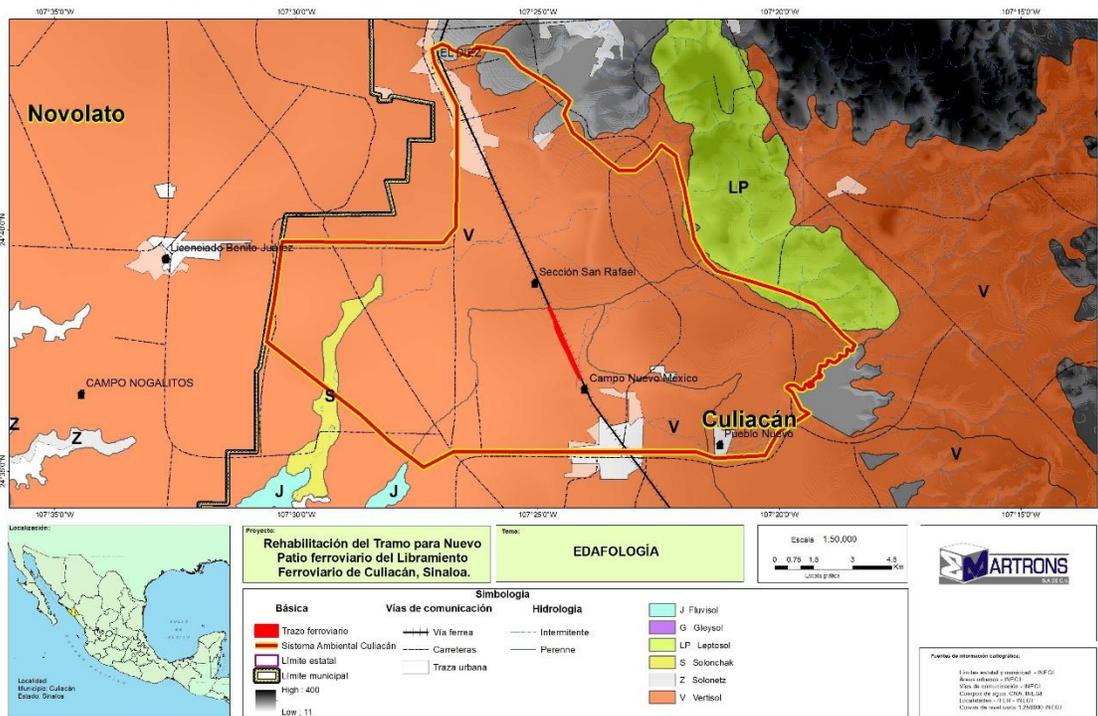


Figura IV-12. Mapa de edafología presente en el SA.

Se pueden encontrar diferencias en las características de este tipo de suelos, por lo que, con mayor precisión se puede describir que el sistema ambiental y AID presentan un suelo de tipo vertisol crómico, son suelos arcillosos maduros que permiten altos rendimientos agrícolas cuando van acompañados del riego, que es el caso de la mayor parte del aprovechamiento de estos suelos en el municipio (FAO, 2007). Los suelos colindantes con el SA son de tipo Solonchak Órtico, Fluvisol, Geysol y Leptosol.

#### IV.2.1.4 Geología

Geológicamente, el municipio de Culiacán está constituido por rocas de diversos tipos y diferentes edades. En el territorio municipal afloran formaciones paleozoicas representadas por metacalizas, pizarras y cuarcitas, así como formaciones mesozoicas marinas representadas por calizas y andesitas ligeramente metamorfoseadas que subyacen a bancos de calizas arrecifales.

Por lo que respecta más precisamente al área urbana de la ciudad de Culiacán, la documentación existente muestra que, ésta, está asentada sobre formaciones sedimentarias neógenas que sepultan rocas volcánicas que forman los pequeños lomeríos que aparecen al suroriente y materiales clásticos cuaternarios representadas por los depósitos aluviales del río Culiacán. Ninguna estructura tectónica (falla) está documentada en esos terrenos (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán).

Sin embargo, en el sistema ambiental se encuentran los siguientes tipos de rocas (Tabla IV-1):

Tabla IV-1. Tipos de rocas presentes en el SA y AID.

Entidad	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Suelo	Q(s)	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario
Unidad cronoestratigráfica	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno
Unidad cronoestratigráfica	Ts(lgeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Neógeno

Las rocas ígneas extrusivas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas (Rocas ígneas, Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Un conglomerado es una roca sedimentaria formada por cantos redondeados de gran tamaño (> 2mm), unidos por una matriz. En la composición de los conglomerados intervienen tres factores: la litología de la zona de alimentación de la cuenca sedimentaria, clima y relieve de la zona sometida a erosión (Montijo, s.f.).

En la Figura IV-13 se puede observar que la entidad suelo (Q(s)) es la que mayormente se presenta en la zona del SA y en específico, abarca toda el área de influencia directa.

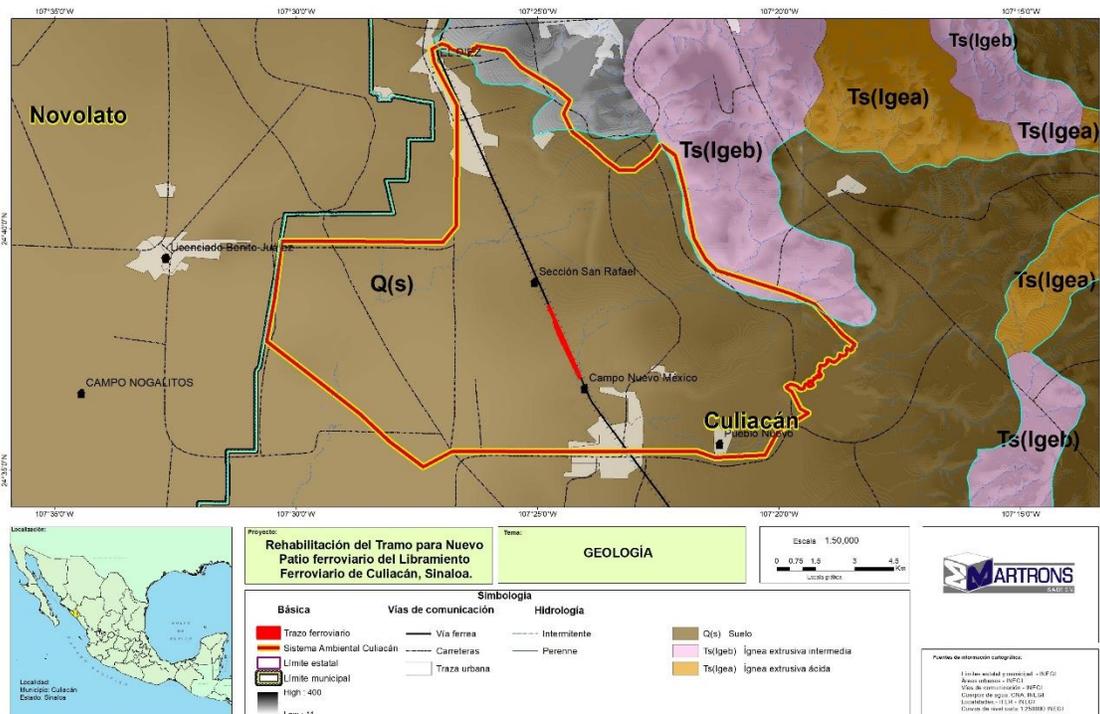


Figura IV-13. Mapa de geología presente en el SA.

#### IV.2.1.5 Geomorfología

El relieve del municipio se encuentra bien definido por una parte montañosa y la planicie costera; la región fisiográfica de los altos es una porción relativamente alta que forma parte de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre Occidental, que presenta alturas de 300 a 2,100 msnm (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán).

El sistema ambiental y el AID se encuentran inmersos dentro la provincia denominada Llanura Costera del Pacífico, es una de las provincias más pequeñas de país. Abarca zonas costeras de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Su relieve es plano casi en su totalidad y está constituido, como su nombre lo indica, por una llanura costera angosta y alargada cubierta en su mayor parte de aluviones depositados por los ríos que bajan al mar desde la Sierra Madre Occidental (INEGI, Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México, s.f.). Se caracteriza por la homogeneidad de sus topofomas de llanuras con lomeríos bajos; sin embargo, es posible diferencias algunos accidentes que permiten subdividirla en tres subprovincias, siendo estas; Costera de Mazatlán, Delta del Rio Grande de Santiago y Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (INEGI, 1995) (Figura IV-15).

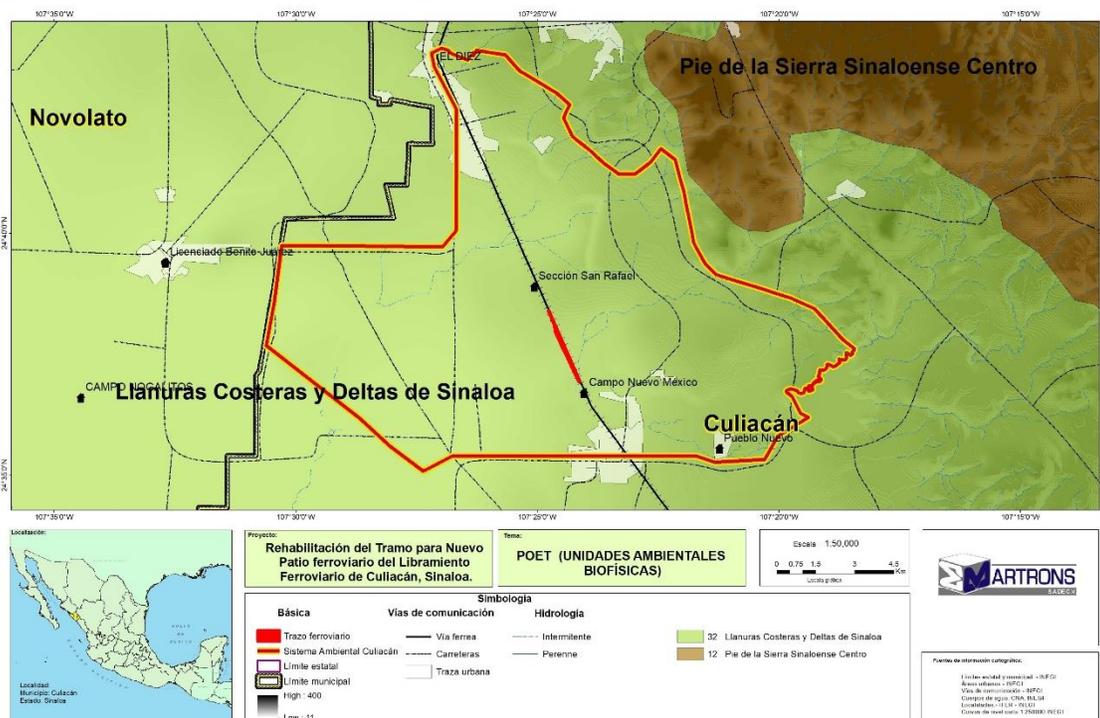
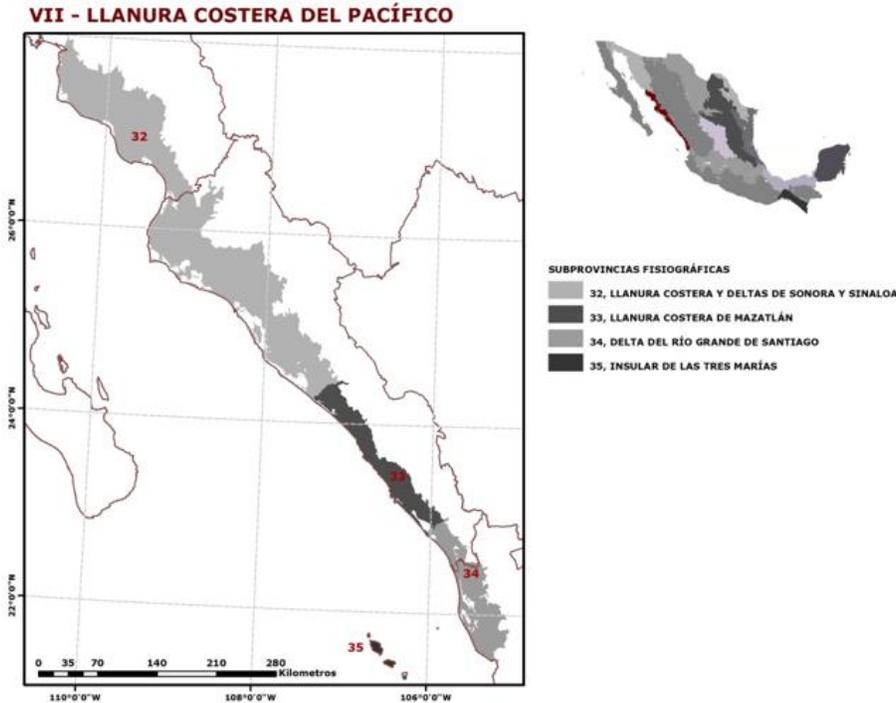


Figura IV-14. Mapa de Unidades ambientales biofísicas.

La subprovincia fisiográfica Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, esta ocupa en 30.62% del territorio de Culiacán, siendo de esta porción del municipio dentro de la cual se encuentra localizada el área del proyecto. Esta subprovincia tiene como rasgos distintivos la asociación de topofomas de llanuras con ciénegas, zonas salinas, dunas, playas y barras de arena; los relieves de sierras localizadas en el extremo noroeste son el toque más distintivo a esta subprovincia (INEGI, 1995).



*Figura IV-15. Provincia denominada Llanura Costera del Pacífico.*

Fuente: Comité Técnico de Protección y Conservación Forestal, Consejo Nacional Forestal.

En el caso del relieve del municipio de Culiacán, este presenta diferentes sistemas de topofomas en su territorio, la Tabla IV-2 y la Figura IV-16 presentan las características orográficas del municipio presentadas en el Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Culiacán, Sinaloa (2009), ubicándose el proyecto dentro de una zona con relieve de tipo Valle.

*Tabla IV-2. Características orográficas del municipio de Culiacán, Sinaloa.*

<b>Provincia</b>	Sierra Madre Occidental (53.15 %), Llanura Costera del Pacifico (46.85 %)
<b>Subprovincia</b>	Pie de la Sierra (42.72 %), Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa (30.62 %), Llanura Costera de Mazatlán (16.23 %), Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (10.42 %).
<b>Sistema de topofomas</b>	Sierra baja con lomerío, Llanura costera (24.91 %), llanura costera con lomerío (13.91 %), Sierra alta con cañones (10.42 %), sierra alta (5.31 %), sierra baja (3.39 %), valle de laderas con Ciénegas salinas (3.16 %), llanura costera con lomerío de piso rocoso o comentado (0.89 %), llanura costera salina (0.05 %) y no aplicable (0.54 %).

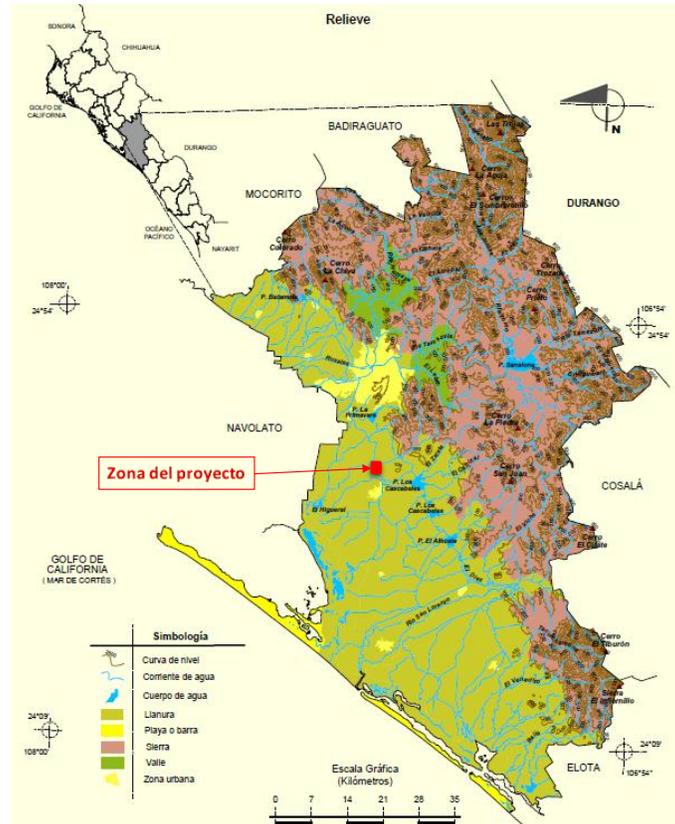


Figura IV-16. Características orográficas del municipio de Culiacán, Sinaloa.

Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Culiacán, Sinaloa. 2009.

#### IV.2.1.6 Susceptibilidad sísmica

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, de acuerdo con los objetivos de contar con una zonificación para considerar el diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Dichas zonas representan un reflejo de la frecuencia de los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. A continuación, se describe cada una de las zonas:

- La zona A-B no presenta registros históricos de sismos, ni se han reportado sismos en los últimos 80 años, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10 % de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70 % de la aceleración de la gravedad.
- Las zonas B y C, se definen como intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70 % de la aceleración del suelo, así como la continua presencia de focos sísmicos en áreas perfectamente definidas del país.

El presente proyecto se localiza en la Zona B de media intensidad (Figura IV-17). En esta se registran sismos no tan frecuentes; son zonas afectadas por altas aceleraciones sin sobrepasar el 70 % de la aceleración del suelo, así como la presencia de focos sísmicos en áreas perfectamente definidas en zonas muy específicas del país, las que, sin embargo, no han manifestado sismos de gran magnitud y sus afectaciones potenciales no han sido expresadas en las construcciones o en las viviendas de la región.



Fuente: CENAPRED. 2000. Clasificación de la República Mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica.

Figura IV-17. Regionalización sísmica en la República Mexicana.

#### IV.2.1.7 Hidrología superficial y subterránea

##### IV.2.1.7.1 Hidrología superficial

Aledaño a la zona del sistema ambiental se encuentra el Río Culiacán, este nace en el municipio de Guanacevi en el estado de Durango con el nombre de río Colorado; luego toma el nombre de río Humaya y a partir de la confluencia con el río Tamazula, toma el nombre de río Culiacán. Desemboca frente a la península de Lucenilla; tiene una extensión de 875 km y una cuenca de 15.731 km<sup>2</sup> (Hidrología del Estado de Sinaloa, s.f.). Dentro del SA y AID se pueden encontrar corrientes de agua intermitentes.

##### IV.2.1.7.2 Región hidrológica 10 Sinaloa

El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica 10 Sinaloa (RH10), esta región abarca una extensión territorial continental de 103,483 km<sup>2</sup>, registra un escurrimiento natural medio interno de 14,319 km<sup>3</sup>/año, un escurrimiento natural medio superficial total de 14,319 km<sup>3</sup>/año, dentro de esta región se encuentran 23 cuencas hidrológicas (CONAGUA, 2015).

#### IV.2.1.7.2.1 Cuenca del río Culiacán

Dentro de estas 23 cuencas ubicadas dentro de la RH 10, el proyecto se ubica dentro de la cuenca R. Culiacán (Figura IV-18), la cual abarca 70.05 % del territorio municipal, esta cuenca tiene un área de 15,731 km<sup>2</sup>, la corriente principal de esta cuenca es el río Culiacán, el río se forma en la confluencia de dos grandes ríos que son; río Humaya y Tamazula que se unen en la Ciudad de Culiacán, hasta su desembocadura en el Golfo de California con un recorrido de 87.5 km y una pendiente media de 0.05 % y un dirección general de este – oeste, cuenta con una longitud de 875 km y registra un escurrimiento natural medio superficial de 3,122 km<sup>3</sup>/ año (CONAGUA, 2015).

En esta cuenca se ubican dos obras hidráulicas importantes que son: La presa Adolfo López Mateos, que se encuentra en la confluencia del río Humaya y el río Badiraguato con una capacidad de almacenamiento de 3,160 millones de m<sup>3</sup> y la presa Sanalona sobre el río Tamazula cuya capacidad de depósito de 845 millones de m<sup>3</sup>.

Distrito de riego 010 Culiacán-Humaya-San Lorenzo, se localiza en la parte baja de la cuenca R. Culiacán cubre una superficie total de 272.59 ha, abarcando parte de los municipios de Culiacán, Novolato, Angostura, Salvador Alvarado, y Mocorito, los cultivos característicos de este distrito son: trigo, maíz frijol, hortaliza, sorgo, caña y frutales. Dentro de los usos principales del agua superficial destacan el uso agrícola, industrial, doméstico y pecuario. Para esta cuenca se obtuvo un coeficiente de escurrimiento medio de 12.55 % y un volumen medio anual drenado de 810.90 millones de m<sup>3</sup> de un volumen medio precipitado de 4,461.24 millones m<sup>3</sup>.

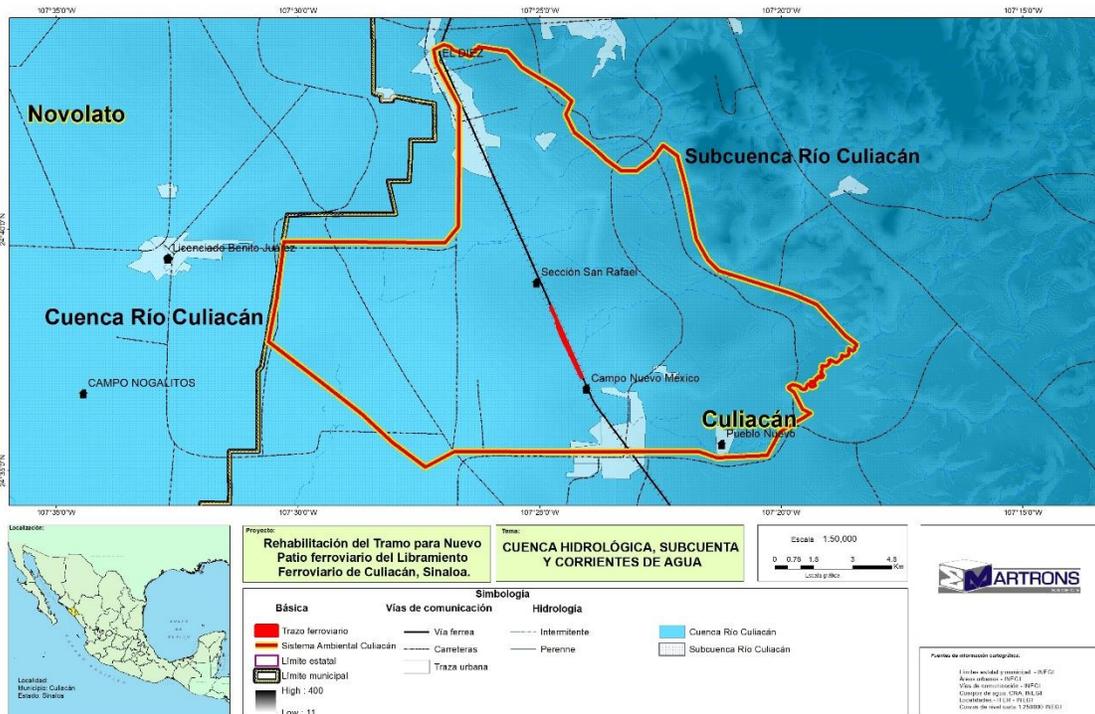


Figura IV-18. Mapa de hidrología superficial y subterránea en el SA.

#### *IV.2.1.7.2.1.1 Subcuenca río Culiacán*

A su vez dentro de la cuenca R. Culiacán se ubica la subcuenca también llamada R. Culiacán, siendo esta la subcuenca dentro de la cual se ubica el proyecto. La subcuenca R. Culiacán abarca 32.04 % del municipio de Culiacán, es una subcuenca de tipo exorreica, con una superficie de 3,167.78 km<sup>3</sup> y una longitud de la corriente principal de 105,407 m (Simulador de Flujos de Agua de cuencas Hidrográficas (SIATL)).

#### *IV.2.1.8 Hidrogeología*

En la zona del SA se localiza en el acuífero 2504 Río Culiacán, el cual se ubica en la porción centro del estado de Sinaloa, ocupando la mayor parte de la zona de explotación la planicie costera y se localiza inmediatamente aguas abajo de la ciudad de Culiacán, iniciando justamente donde inicia el río Culiacán (CONAGUA, 2009).

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, así como en los conglomerados polimícticos y sedimentos lacustres, cuyo espesor puede alcanzar varios cientos de metros en el centro del valle. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas, entre las que destacan andesitas, riolitas y brechas volcánicas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento (CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Culiacán (2504), Estado de Sinaloa, 2015). La permeabilidad reportada en la información vectorial de hidrogeología (INEGI) es de media a alta.

La recarga natural del acuífero de la planicie tiene lugar a lo largo del cauce, siendo especialmente notable la influencia del río Culiacán. En las áreas agrícolas la recarga generada por retornos de riego e infiltración en canales constituyen una recarga "artificial", aunque la mayor parte de ella vuelve a la superficie a través del sistema de drenaje, por lo que no se le considera como una recarga efectiva. El acuífero descarga subterráneamente al Golfo de California a lo largo del litoral y, en menor medida, a lo largo de algunos tramos de los cauces principales (CONAGUA, 2009).

El bombeo de los pozos reviste su mayor importancia para el uso agrícola, su volumen de extracción es del orden de 15.3 millones de m<sup>3</sup>/año, la cual se registra principalmente sobre el río San Lorenzo y la extracción de los pozos para agua potable del orden de 5.9 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/año; y los de uso industrial de 1.3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/año. La extracción de las captaciones diseminadas en el resto de la zona en cuestión es poco considerable, pues la mayoría de ellos son norias poco profundas operadas manualmente o equipadas con bombas de pequeña capacidad (CONAGUA, 2009).

#### IV.2.1.9 Áreas de conservación biológica

##### IV.2.1.9.1 Áreas Naturales Protegidas Federales

En la parte suroeste del área proyecto se ubica el ANP Federal "Islas del Golfo de California" a 19.26 km, decretada como tal el 2 de agosto de 1978 y recategorizada el día 7 de junio del año 2000, con una superficie de 374,553.63 ha (Figura IV-19). De acuerdo con el INEGI (Serie III) cuenta con los siguientes tipos de vegetación: Matorral Xerófilo, Mezquital, Selva Caducifolia, Selva Espinosa, Vegetación de Dunas Costera, Vegetación Hidrófila y Manglar.

En Decretos, Programas de Manejo CONANP (2017) se reporta que las especies representativas de esta ANP son las siguientes:

*Flora:* Palo verde (*Cercidium spp.*), (*Bursera spp.*), Lomboy (*Jatropha spp.*), Nopal (*Opuntia spp.*), Cardón, sahueso (*Pachycereus pringlei*), Huizapol (*Ambrosia spp.*), Palo fierro (*Olneya tesota*), Gobernadora (*Larrea divaricata*), (*Mammillaria spp.*), Biznaga (*Ferocactus spp.*)

*Fauna:* Gaviota paloma (*Larus heermanni*), Bobo patas azules (*Sula nebouxii*), Bobo café (*Sula leucogaster brewsteri*), Paiño mínimo (*Oceanodroma microsoma*), Paiño negro (*Oceanodroma melania*), Gaviota patas amarillas (*Larus livens*), Liebre antílope (*Lepus alleni*), Cacomixtle, babisuri (*Bassariscus astutus insulicola*), Coyote (*Canis latrans*), Venado bura (*Odocoileus hemionus*), Lobo marino (*Zalophus californianus*), Charrán elegante (*Thalasseus elegans*), Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*), Águila pescadora (*Pandion haliaetus*), Serpiente de cascabel (*Crotalus spp.*), Lagartija (*Uta stansburiana*), Ratón (*Peromyscus spp.*), Rata canguro (*Dipodomys sp.*), Murciélago pescador (*Myotis vivesi*)

##### IV.2.1.9.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales

Aproximadamente 80 km al sureste del proyecto se ubica la Reserva Ecológica "El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria", decretada como tal el 27 de marzo de 2002. Esta área integra 1,256 ha de bosques tropicales secos, propiedad de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, la vegetación dominante es la Selva Baja Caducifolia y la Selva Baja Subcaducifolia, esta última identificada en los sitios de cañada (Rubio, 2012). También se registró el Bosque de Encino (Rzedowski, 2006).

Posee una alta riqueza de especies de animales, entre ellas destacan algunas por ser vulnerables o catalogadas en peligro de extinción, como la guacamaya verde (*Ara militaris*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*); especies amenazadas como (*Herpailurus yagouaroundi*) y especies sujetas a protección especial como la aguililla colirrufa (*Buteo jamaicensis*), el aguililla gris (*Buteo nitidus*) y el búho (*Bubo virginianus*) (Peterson y Chalif 1989). Es común observar en esta región las coas (*Trogon elegans* y *T. citreolus*), el carpintero grande cabecirrojo (*Campephilus guatemalensis*), el carpintero grande crestirrojo (*Dryocopus lineatus*) y una diversidad sorprendente de rapaces, como halcones y águilas. (Rubio, 2012).

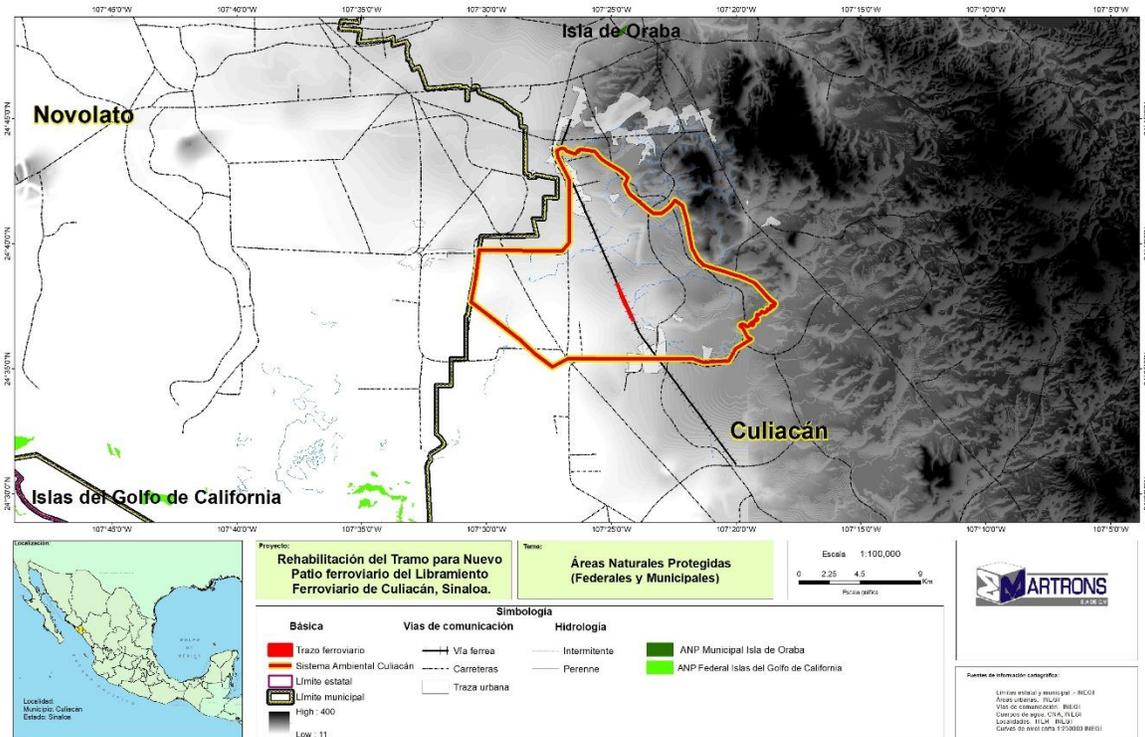


Figura IV-19. Mapa de Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales en el SA.

#### IV.2.1.9.3 Áreas Naturales Protegidas Municipales

A una distancia de 19.57 km al norte del área del proyecto se localiza el ANP de categoría Zona de preservación ecológica de los centros de población “Isla de Oraba” (superficie de 3.99524 ≈ 4 ha, decretado el 2 de junio de 2004) (Figura IV-19). La vegetación original está conformada por álamos y sauces, especies características de la vegetación riparia, aunque también se encuentran especies introducidas como buganvillas y ficus (Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Libramiento de Culiacán, En una longitud de 22 km, En el estado de Sinaloa, s.f.).

Cercana al proyecto se ubica un Área Natural Protegida de categoría Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población. Este tipo de zonas son de uso público, constituidas por los gobiernos municipales, en los centros de población, para sostener y preservar el equilibrio de las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y elementos de la naturaleza, de manera que se fomente un ambiente sano, el esparcimiento de la población y los valores artísticos, históricos y de belleza natural de interés municipal.

Ubicada a 63.4 km al sureste del proyecto se ubica la Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población “Cascado Vado Hondo y Gruta Cosalá” decretada como tal el 31 de agosto de 2004, cuenta con una superficie de 3,802.1 ha en las coordenadas 24° 25' 00" N y 106° 45' 49" W, ubicándose dentro del municipio de Cosalá (CIBIOGEM, 2014).

#### IV.2.1.9.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Las AICAs surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido

de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregarse en un solo sitio (CONABIO-AvesMX, 2015).

Ensenada de Pabellones es un AICA que se encuentra a 6.55 km al suroeste del área del proyecto, cuenta con una superficie de 49777.481956 ha. Categoría 1999 G-4-C y Categoría Birdlife 2007 A4i. Es una laguna costera de gran extensión con una amplia diversidad específica, comunicada con el mar por una estrecha apertura, en ella desemboca el Río Culiacán y otros de menor tamaño. El clima de la zona es seco con una temperatura promedio de entre 22 y 26°C y una precipitación total de entre 300 y 600 mm. El suelo es muy arcilloso con drenaje deficiente y muy duro cuando seco. Los dos tipos de vegetación presentes son manglar y tular (CONABIO, Ensenada de Pabellones, s.f.).

En la Figura IV-20 se puede observar que la AICA antes descrita incide sobre el sistema ambiental.

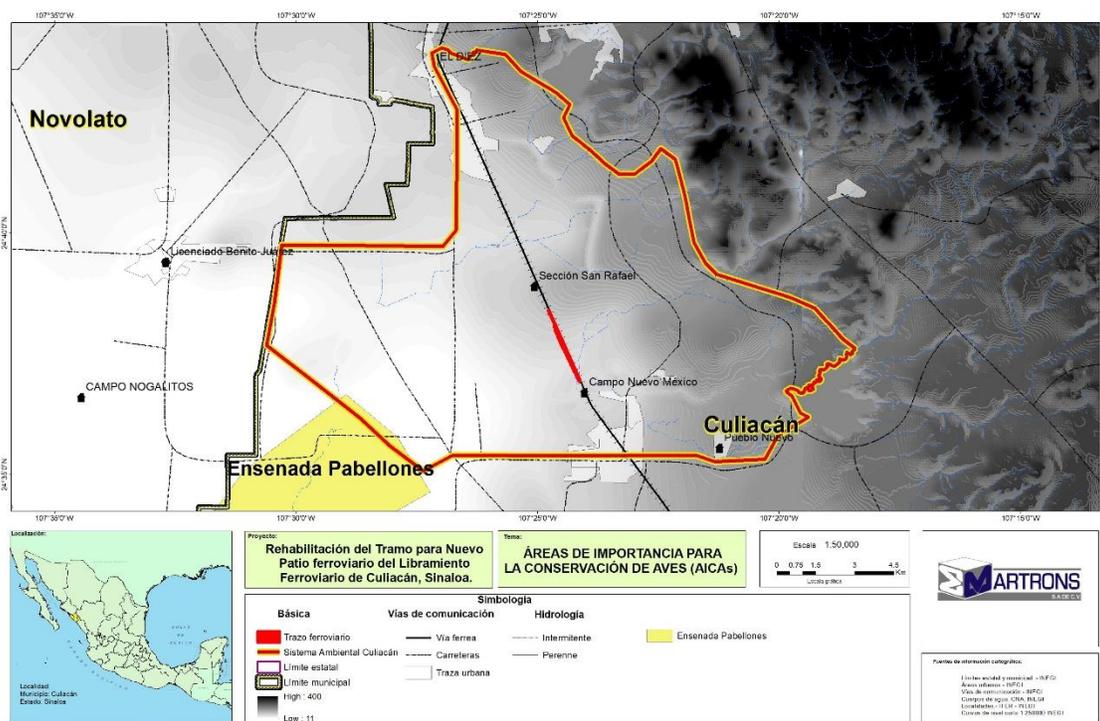


Figura IV-20. Mapa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en el SA.

Al este de la zona del proyecto, a 61.92 km, se localiza el AICA "San Juan de Camarones" con una extensión de 355796.119798 ha. La región incluye zonas de bosque de Pino maduro, principalmente en cañadas, así como un gradiente típico de la vertiente húmeda del Pacífico de la Sierra Madre Occidental con Bosques Tropicales Deciduos y Semideciduos que cubren grandes extensiones en los fondos de los Valles o quebradas y Bosques Templados (Encino y Pino) en las partes altas, así como manchones de *Abies* y *Pseudotsuga* (CONABIO-AvesMX, 2015).

A 45 km al noroeste del proyecto se ubica la AICA "Bahía Santa María". Esta zona es el principal lugar de invernación para Branta bernicla en la costa continental de México, y un área de gran importancia para la invernación de pelícanos, patos y limnícolas. Otras aves invernales incluyen a varios

centenares de *Anser albifrons* y varios miles de *Fulica americana*. Otro tipo de fauna presente en *Pandion haliaetus*, *Fregata magnificens*. Fue una zona importante para la reproducción y nacimiento de la Ballena gris *Eschrichtius robustus* (CONABIO-AvesMX, 2015).

En la parte noreste a una distancia aproximada de 63.9 km, se localiza la AICA "Corredor Barrancas de la Sierra Madre Occidental". Con un gradiente altitudinal que va desde los 201 msnm hasta los 3201 msnm en la cumbre del Cerro Mohinora, lo integra seis de las barrancas más profundas y desconocidas biológicamente de Norte América, y el cual es el mayor sistema de barrancas del mundo de ahí se justifica la extensión de más de dos millones has (CONABIO-AvesMX, 2015).

El AICA desde el punto de vista hidrológico es de gran importancia pues es la zona de recarga de acuíferos de la cuenca del río fuerte la cual le da vida al valle del fuerte, que es el mayor productor agrícola del país. Se localiza vegetación de tipo; Bosque templado, Bosque templado de Pino-Encino, Bosque Tropical Caducifolio (CONABIO-AvesMX, 2015).

#### IV.2.1.9.5 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP, en particular, tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación (Arriaga *et. al.*, 2000).

A una distancia de 20.92 km entre el oeste y suroeste del área del proyecto se ubica la Región Terrestre Prioritaria No. 22 "Marismas Topolobampo - Caimanero", superficie 420 - 300 ha (Figura IV-21). Es una RTP en función de la presencia de ecosistemas con alta productividad acuática. La fauna asociada a sus manglares es de cocodrilos y aves acuáticas. Presenta vegetación de manglares y vegetación halófila y su problemática ambiental radica en la desecación de pantanos (Arriaga *et. al.*, 2000).

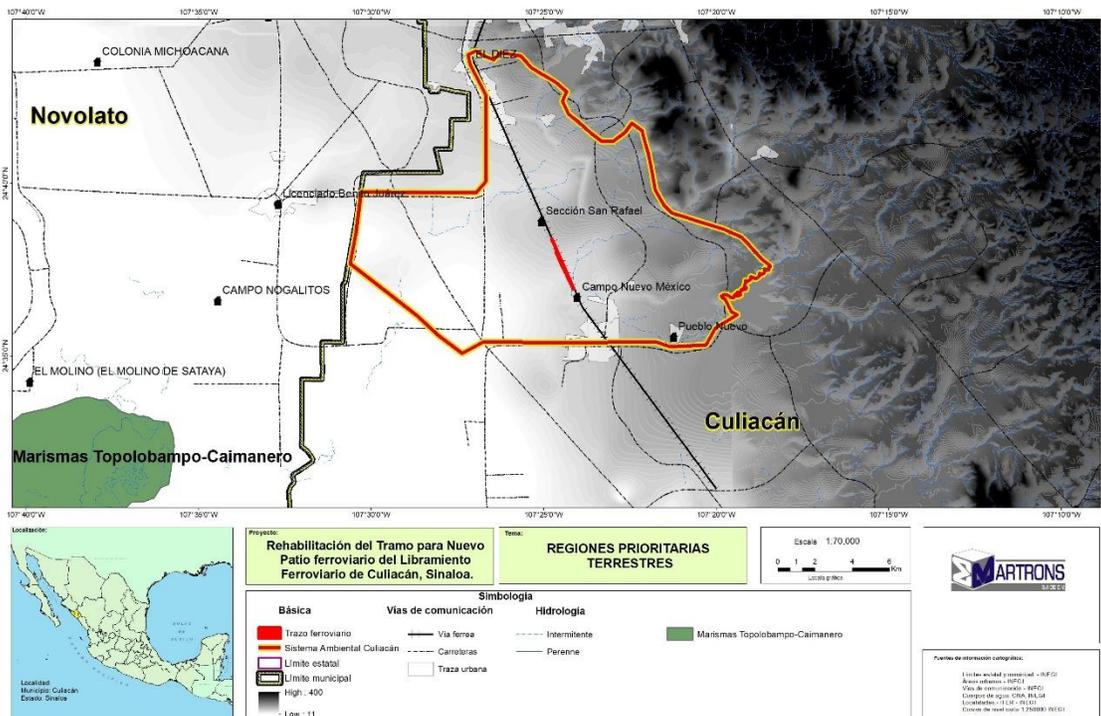


Figura IV-21. Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias en el SA.

La RTP-23 "San Juan de Camarones" se localiza al este a 57.95 km de la zona del proyecto, cuenta con un área de 4, 691 km<sup>2</sup> representada por una gran diversidad de hábitats. Incluye un gradiente de altitud que corre de oeste a este desde selvas bajas caducifolias hasta bosques de encinos y de bosques de pino (Arriaga *et. al.*, 2000).

Al norte de la zona del proyecto (43.40 km) se encuentra la RTP-24 "Río Humaya", la cual tiene una extensión de 2,064 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por ser una zona de transición de selva mediana y bosque templado con bosques de pino. Entre las especies destacan *Pinus durangensis* y *Pinus cooperi*. Se reporta, además, la existencia de felinos. La configuración de la vegetación sigue el cauce del río Humaya. Los tipos de vegetación que contiene esta región son básicamente selva baja caducifolia, bosque de encino y de pino-encino (Arriaga *et. al.*, 2000).

#### IV.2.1.9.6 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Tienen el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido (Arriaga *et. al.*, 2000).

El proyecto se sitúa a 7.02 km de la RHP No. 19 "Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón" (4 433.79 km<sup>2</sup> de superficie). Los principales recursos hídricos de esta región son:

*Lénticos:* llanuras de inundación, pantanos dulceacuícolas, lagunas, esteros.

*Lóticos:* ríos Culiacán, Sinaloa y Mocorito (cuencas bajas), ríos temporales, arroyos, drenes agrícolas.

Con una extensión de 10 367.54 km<sup>2</sup> la Región Hidrológica Prioritaria número 20 "Cuenca alta de los Ríos Culiacán y Humaya" se sitúa al noreste (51. 56 km) de la zona del proyecto. Dentro de los principales recursos lénticos están las presas Adolfo López Mateos y Sanalona, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de río abandonados. Y dentro de los lóticos los ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato, arroyos.

Aproximadamente a 43 km (hacia el este) del proyecto se encuentra la RHP número 21 "Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla" con un área de 14 287.23 km<sup>2</sup>. Los principales recursos lóticos son: los ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, ríos temporales, arroyos.

La información antes enunciada fue consultada en CONABIO, Lista de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (2012).

#### IV.2.1.9.7 Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

Ensenada de Pabellones representa uno de los refugios más importantes para las aves acuáticas en el estado de Sinaloa, este sitio Ramsar (40,638.67 ha de superficie) se localiza al suroeste, a 16.10 km, de la zona del proyecto (Figura IV-22).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Humedales de México (s.f.) reporta lo siguiente para este sitio Ramsar:

Más de 292 especies de aves migratorias y residentes se han registrado en la zona. Las poblaciones de anátidas en la zona han sido contabilizadas en los cientos de miles, incluyendo 23 especies de patos. La zona es también crítica para la supervivencia de, al menos, 23 especies de aves playeras como: *Numenius americanus*; *Charadrius alexandrinus*; *Himantopus mexicanus*; entre otros.

Por estar ubicada, dentro del Corredor Migratorio de Pacífico, se clasifica como un complejo lagunar prioritario para su conservación en Sinaloa y México. Por la "importancia de la localidad a planes nacionales e internacionales de conservación de aves" se incluye como: Humedal Prioritario de México; Área de prioridad para Aves Acuáticas (NAWMP) en la región de la Costa del Pacífico; Área prioritaria para las Aves Playeras (propuesta como sitio Hemisférico dentro de la RHRAP por Pronatura), sitio importante para la reproducción de diversas Aves Acuáticas Coloniales. CONABIO lo cataloga como un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (No. 146); una Región Hidrológica Prioritaria (No. 19); una Región Terrestre Prioritaria (No. 22) y una Región Marina Prioritaria (No. 19).

Ensenada de Pabellones tienen una superficie con diversos complejos lagunares, pantanos, esteros, humedales y marismas que soportan una importante diversidad y riqueza biológica.

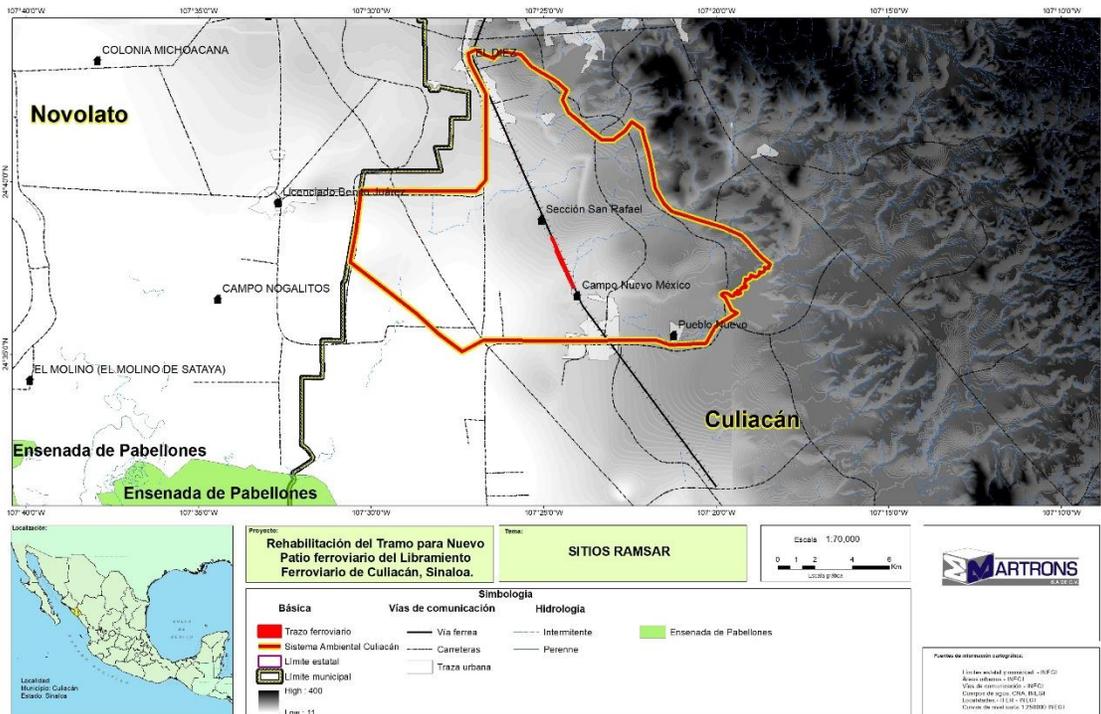


Figura IV-22. Mapa de Sitios Ramsar en el SA.

Al ostenoroeste (53. 14 km) del proyecto se localiza el sitio Ramsar "Laguna Playa Colorada - Santa María La Reforma", consta de tres bahías: Playa Colorada que tiene una superficie de 6,000 ha; Bahía Calcetín, y Santa María de 47,140 ha (que incluye la superficie de Bahía Calcetín). Se comunica al mar por medio de tres bocas amplias y de profundidad variable. Sus principales características, además de su gran superficie, son la presencia de 153 islas y sus más de 25 esteros y sus 18,700 ha de manglares. Es el hábitat de más de 600 especies: 303 de aves, 185 de peces de aguas salobres o marinos; 7 de agua dulce; 11 de anfibios; 24 de reptiles; y 62 de mamíferos. 46 de éstas están incluidas en la lista de especies con alguna categoría de riesgo según la NOM 059-2001. Este sistema es el más importante del Pacífico mexicano por los recursos pesqueros que se explotan en el sistema como camarón, jaiba, moluscos, y peces de escama (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Humedales de México, s.f.).

A una distancia de 77.7 km al sureste de área del proyecto se ubica el sitio Ramsar "Sistema lagunar Ceutla", se localiza en la parte Centro Sur del litoral del Estado de Sinaloa (Noroeste de México) en el Municipio de Elota que colinda al norte con el Municipio de Culiacán y sur con el Municipio de Mazatlán, este sitio fue decretado como sitio Ramsar en 2008.

El Sistema Lagunar Ceuta está conformado por las bahías denominadas El Tepehuayo, La Concepción y La Guadalupana (Contreras-Espinosa, 1993), mismas que representan un refugio importante para

las aves acuáticas y terrestres en Sinaloa. El área cuenta con una extensión importante de vegetación de manglar, abarcando una superficie de 1,497.04 ha (Monzalvo *et. al.*, 2006).

Por sus características y la diversidad y abundancia de especies de aves que presenta, el sitio es considerado como una Zona de importancia regional por la Red hemisférica de reserva de Aves Playeras (WHSRN) en México. El Sistema Lagunar Ceuta tiene una superficie con diversos Complejos lagunares, Pantanos, Zona de manglares y Marismas que soportan una importante diversidad y riqueza biológica.

#### IV.2.1.9.8 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia "The David and Lucile Packard Foundation" (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación (Arriaga *et. al.*, 2000).

La RMP-19 Laguna de Chiricahueto se ubica a 16 km al sur del área del proyecto en la latitud 24°29'24" a 24°49'48" y longitud 107°33'00" a 107°25'48" esta cuenta con una biodiversidad que incluye; moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves residentes y migratorias, mamíferos marinos, manglares, tulares, halófitas. Es una región con especies de cocodrilos y patos como indicadoras por abundancia e importante de migración de patos (CONABIO, 2017).

En la zona noroeste del proyecto a una distancia de aproximadamente 50 km del área del proyecto se localiza la RMP 18 Lagunas de Santa María La Reforma, el polígono de dicha RMP se ubica entre la longitud de 25°26'24" a 24°22'12" y longitud 108°51' a 107°49'48" y cuenta con la superficie de 6 141 km<sup>2</sup>.

Entre la biodiversidad de la región se encuentran; moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves residentes y migratorias, mamíferos marinos, manglares, halófitas. Cuenta con endemismo de plantas costeras y es zona migratoria de patos (invierno) y de reproducción y crecimiento de peces y crustáceos (*Farfantepenaeus spp, Heterocarpus vicarius*). Especies indicadoras por abundancia de patos migratorios y crustáceos (*Heterocarpus vicarius*). Los manglares actúan como filtro de agroquímicos. Importancia de los pantanos de tular como refugio de aves migratorias. Manglares y dunas funcionan como islas de barrera (CONABIO, 2017).

#### IV.2.1.9.9 Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad

La planificación de la conservación de la biodiversidad marina es fundamental ya que in componente esencial de la mega diversidad de México son los ambientes costeros, oceánicos e insulares. Estos

ecosistemas son de importancia crítica ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de amplia distribución y al mismo tiempo son sitio importante de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias (CONABIO, 2008).

A una distancia de 6.8 km se ubica el Corredor Pesquero Bahía Santa María – Sistema Lagunar Huizache - El Caimanero. Esta región es área de anidación de tortugas marinas: *Lepidochelys olivácea*, anidación de aves: Fragata magnífica (*Fregata magnificens*) y gavilán pescador (*Pandion haliaetus*), pelícano café (*Pelecanus occidentales*) y diferentes especies de garzas y el águila pescadora, zona migratoria de lobo marino, zona de reproducción de cocodrilos (*Crocodylus acutus*), zona costera enmarcada en esta zona tiene altos valores como hábitat durante el invierno para aves acuáticas migratorias y residentes, y las playeras. Con lo que respecta a aves acuáticas migratorias, las bahías de Santa María, Pabellones y Guadalupe y Huizache Caimanero, albergan al 13 % de las aves acuáticas que invernan en México cada año, además de ser zona de reclutamiento de sardina (CONABIO, 2008).

#### IV.2.2 Medio biótico

##### IV.2.2.1 Uso de suelo y Vegetación

México está considerado como uno de los países privilegiados a nivel neotropical debido al número de ecosistemas lagunario-estuarinos y la amplia distribución de cuencas hidrológicas. Se sitúa en el sexto lugar a nivel mundial por su extensión de bosques de manglar, en este rubro Sinaloa cuenta con una extensión de 96,159 hectáreas representada por las cuatro especies típicas, (S.A.R.H., 1994).

Dada la influencia de la llanura costera, se pueden encontrar distribuidas una serie de comunidades vegetacionales con diferencias de hábitat bien marcadas; de acuerdo a la clasificación de los tipos de vegetación de México Rzedowski y con el apoyo de algunos reportes de trabajos realizados con anterioridad en la zona aledaña al Proyecto, destacan el bosque caducifolio (90%), la vegetación xerófila (3%) y la selva espinosa (6%), considerando la información anterior se aclara que el Proyecto no se encuentra inmerso en ningún tipo de vegetación de los antes mencionados, teniendo presencia en terrenos de agricultura de riego semipermanente.

Culiacán es un municipio excepcional, está lleno de grandes sorpresas, cuenta con una gran diversidad de elementos naturales como la selva baja caducifolia la cual predomina al este de la ciudad de Culiacán rumbo a Imala y Sanalona, en esa región hay una gran variedad de formaciones vegetales las cuales varían según la altitud del suelo y gracias a ello se pueden apreciar una gran cantidad de aves semilleras, mamíferos y reptiles.

El Proyecto, se localiza en la Región Biótica "19 Sinaloense" de acuerdo con la clasificación de CONABIO, como se indica en la figura siguiente:

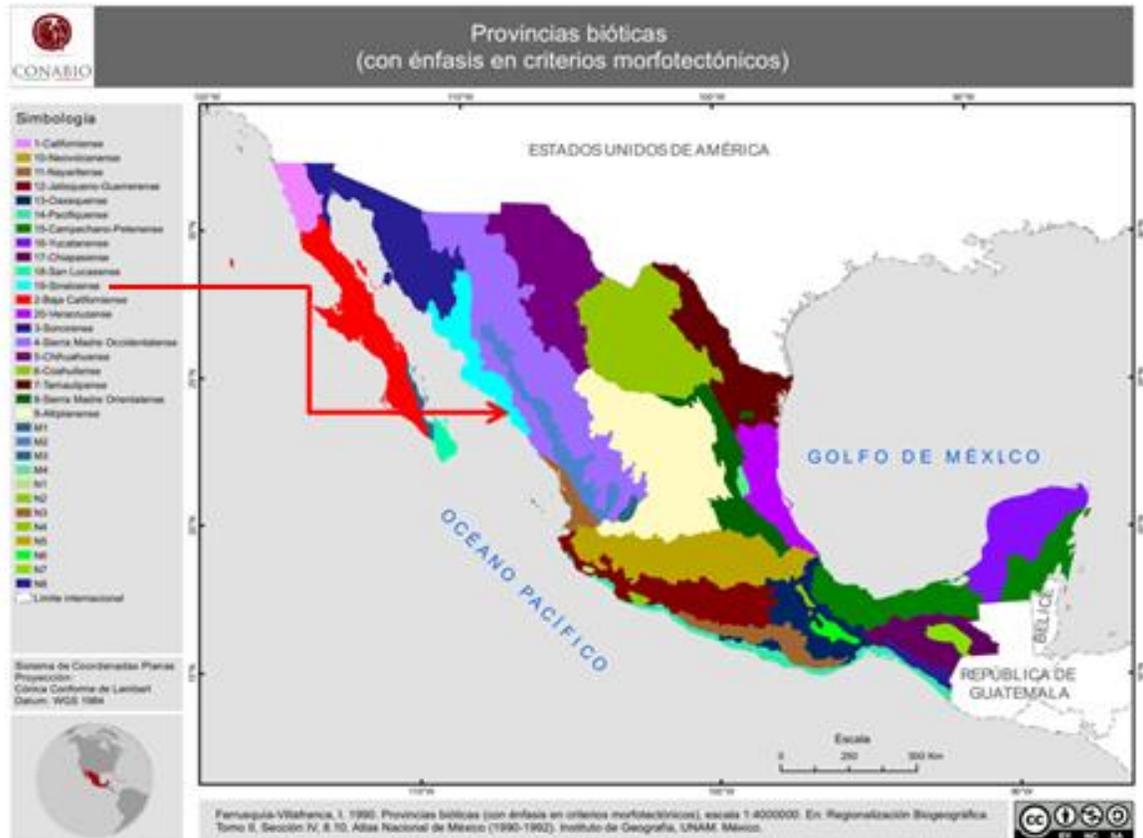


Figura IV-23. Ubicación del Proyecto respecto a las Provincias bióticas.

Fuente: CONABIO.

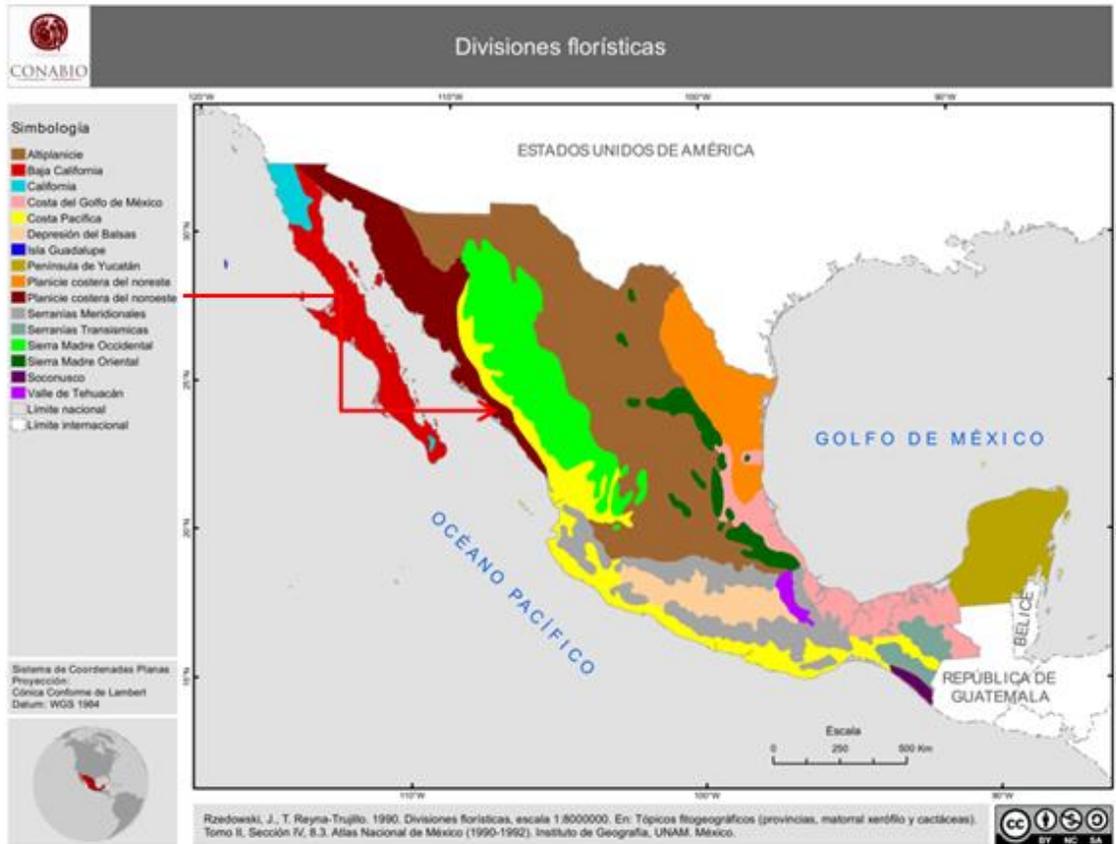


Figura IV-24. Ubicación del Proyecto respecto a las divisiones florísticas de México.

Fuente: CONABIO

#### IV.2.2.2 Uso del suelo y vegetación en el Sistema Ambiental

Con base al Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (2016) y la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación (2017) del INEGI se obtuvo la siguiente información para el área del proyecto y Sistema Ambiental delimitado (Figura IV-25).

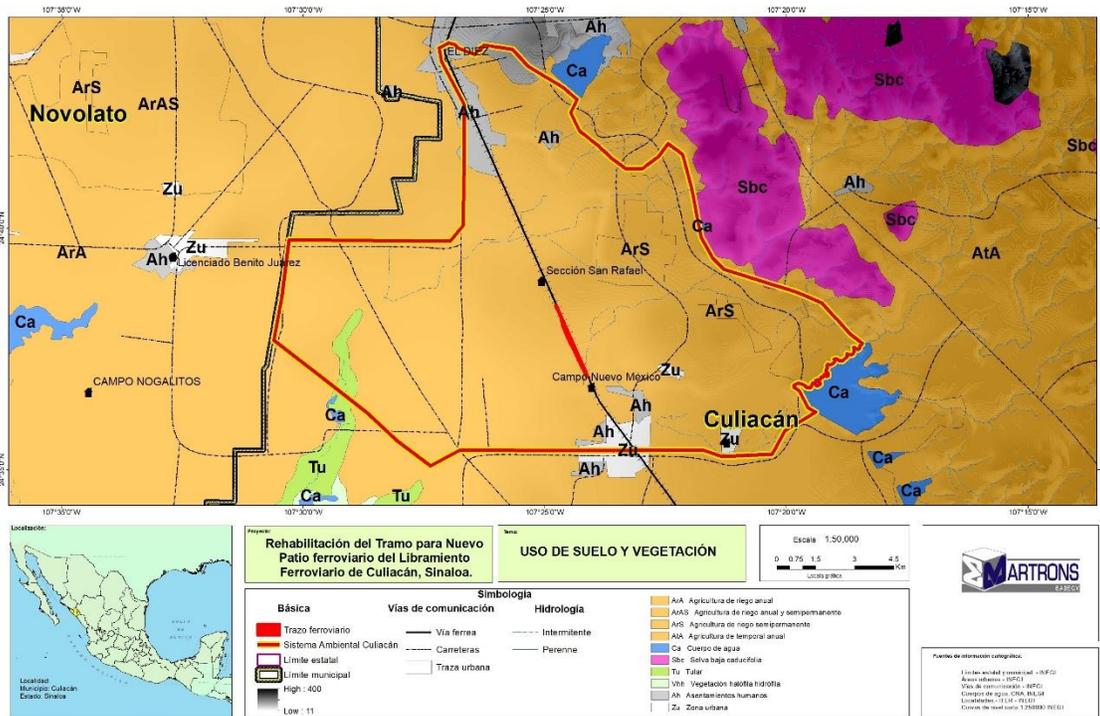


Figura IV-25. Mapa de uso del suelo y vegetación en el SA.

El Sistema Ambiental delimitado para analizar el Proyecto denominado "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio Ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" cuenta con una superficie de 17,766 hectáreas, en el cual se distribuyen seis diferentes usos de suelo y vegetación, según la fuente bibliográfica consultada. En la siguiente tabla se presenta la superficie y porcentaje de ocupación de cada uso de suelo y vegetación involucrado.

Tabla IV-3. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental.

Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental.				
Número	Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie en hectáreas.	Porcentaje (%)
1	Zu	Zona urbana	320.4	1.80
2	Ah	Asentamientos humanos	510.8	2.88
3	ArS	Agricultura de riego semipermanente	794.0	4.47
4	VT	Tular	161.0	0.91
5	AtA	Agricultura temporal anual	726.0	4.09
6	ArA	Agricultura de riego anual	15,253.8	85.86
<b>Total</b>			<b>17,766.0</b>	<b>100.00</b>

A continuación, se realiza una descripción de las distintas comunidades vegetales, a manera de describir los elementos más importantes para cada tipo de vegetación y usos del suelo presentes en el Sistema Ambiental, esto con base en la Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI:

**Tular (VT):** comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5 metros de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha spp.*), y tutillo (*Scirpus spp.*), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax* y a los "saibadales" de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

**Agricultura de temporal (AtA):** se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la calidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivos o de policultivos y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En casos muy particulares, como es el cultivo del café, cacao y vainilla, que se desarrollan a la sombra de árboles naturales y/o cultivados, su delimitación cartográfica es muy difícil por medio de sensores remotos de baja resolución por lo que su caracterización se realiza con el apoyo de la observación de campo.

También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo con su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Un ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta-Mediana Perennifolia y Subperennifolia o en Bosques Mesófilos de Montaña.

**Agricultura de riego (ArA):** estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersion, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional.

#### IV.2.2.3 Uso de suelo y vegetación en el área del Proyecto

Con base en la bibliografía consultada el área del Proyecto se localiza dentro del agroecosistema Agricultura de riego anual, cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. Por las características del uso de suelo actual en el área del proyecto la presencia del estrato herbáceo es abundante, registrando la siguiente lista (Tabla IV-4) de especies esto como resultado del recorrido de campo en las inmediaciones del Proyecto.

Tabla IV-4. Lista de especies observadas en el área del proyecto.

Especies observadas en el área del proyecto ferroviario				
Número	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia serpens</i>	Golondrina	-
2	Gramineae	<i>Sorghum halepense</i>	Zacate	-
3	Leguminosae	<i>Acacia millefolia</i>	Mautillo	-
4	Myrtaceae	<i>Eugenia sinaloaea</i>	Guayabillo	-
5	Solanaceae	<i>Physalis angulata</i>	Tomatillo	-
6	Leguminosae	<i>Dalea foliosa (Gray) Barneby</i>	Asto	-
7	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Malva	-
8	Euphorbiaceae	<i>Croton alamosanus</i>	Vara blanca	-
9	Leguminosae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde	-
10	Leguminosae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Machao	-
<b>Familias</b>			<b>6</b>	
<b>Riqueza específica</b>			<b>10</b>	

Es de suma importancia mencionar que en el sitio del proyecto no existen especies con características aptas para dar un uso de interés, y que eventualmente estos sitios son visitados con el afán de conseguir especies herbáceas, malezas principalmente, mismas que son utilizadas como alimento y/o plantas con propiedades curativas para ciertos males.

Considerando que el sitio de estudio presenta alta fragmentación de su vegetación por la actividad antropogénica y consultando el listado de flora de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** se descarta la posibilidad de que alguna de las especies registradas durante el recorrido de campo se encuentre en alguna categoría de riesgo.

#### IV.2.2.4 Fauna

##### IV.2.2.4.1 Antecedentes

###### IV.2.2.4.1.1 Biodiversidad en México

La fauna silvestre se define como "...las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo el control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación..." (LGVS, 2016).

La presente definición se aplica bajo la Ley General de Vida Silvestre con fines administrativos y para la regulación del recurso, y por lo tanto se requiere involucrar también a la fauna doméstica feral. Para el presente escrito resulta importante diferenciar la fauna silvestre de la doméstica, y se sugiere hacerlo con base al grado de transformación genética que puedan haber sufrido los animales a través de una selección artificial. De este modo en el presente estudio se consideran como silvestres a aquellos que aún forman parte de los procesos evolutivos naturales, como indica la primera parte de la definición y diferenciando diferentes grados de amansamiento o domesticación en cuanto vayan siendo sujetos a una selección dirigida por el hombre (Valadéz, 1996).

México cuenta con una gran relevancia biológica a nivel mundial en cuanto a su fauna silvestre. En él se concentra entre el 8 y 12 % de las especies terrestres, siendo que en extensión territorial solo ocupa 1.53 % de la superficie terrestre fuera del mar. Es por esto, que por la gran variedad de especies y ecosistemas que contiene en relación con su superficie, es considerado como uno de los 12 países megadiversos del planeta. Ocupa el segundo lugar en cuanto al número de especies de reptiles (804 spp) de las cuales un 51% son especies que solamente se encuentran distribuidas en nuestro país, es decir son endémicas (el primer lugar lo ocupa Australia). En cuanto a mamíferos ocupa un tercer lugar (535 spp) de las cuales un 32% son endémicas (el primer lugar lo ocupa Indonesia); el quinto lugar en cuanto a anfibios (361 spp) de las cuales un 61% son endémicas; y el octavo lugar en aves (1,096 spp aprox.) de las cuales un 13.1 % son endémicas (Llorente y Ocegueda, 2008).

Esta riqueza biológica se debe a la ubicación geográfica de México, que le permite tener especies de fauna representantes de las dos regiones biogeográficas en el continente americano, la Neártica y la Neotropical. Así como por su compleja fisiografía y geomorfología que le confieren características tanto físicas como biológicas muy particulares, que favorecen la presencia de una gran diversidad de tipos de ecosistemas. Su historia geológica y los cambios climáticos asociados, combinados con las características geomorfológicas particulares del país, generaron por un lado la modificación de condiciones ambientales, que promovieron diferentes tipos de adaptaciones en algunas especies; y por el otro, la permanencia de diferentes refugios que aislaron especies durante períodos muy largos y permitieron su diferenciación, proceso que generó gran cantidad de los endemismos (Challenger 1998).

#### IV.2.2.4.1.2 Biodiversidad biológica del Estado de Sinaloa

El estado de Sinaloa se encuentra inmerso entre las dos grandes regiones biogeográficas (neotropical y neártica) en las que se divide el país. Asociado a esto, de acuerdo con el mapa Provincias biogeográficas de México (Catálogo de metadatos geográficos de CONABIO) se pudo definir que en el estado de Sinaloa también convergen tres provincias biogeográficas características que proveen al estado de una amplia riqueza y abundancia faunística. En la Figura IV-26 se puede visualizar que estas provincias son: Costa del Pacífico, Sierra Madre Occidental y Sonorense, siendo esta última la provincia en la que está ubicado el proyecto.



Figura IV-26. Provincias Biogeográficas de México.

El inventario de fauna silvestre de la entidad consta de 855 especies distribuidas así: 117 especies de mamíferos, 487 de aves, 37 de anfibios, 114 reptiles y 100 de peces. A continuación, se presenta la fauna que potencialmente se puede encontrar en el Estado de Sinaloa (Fauna del Estado de Sinaloa, s.f.):<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La información reportada en la bibliografía consultada tiene como fuentes:  
Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI  
Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal INAFED  
SERMANAT - Riqueza de especies conocidas por grupos de fauna, 2014

#### IV.2.2.4.1.3 Mastofauna

Liebre, antílope, ardilla gris del Pacífico, murciélago lengüetón, rata algodónera de Arizona, ardillón de roca, tlacuache ratón gris, lobo marino californiano, zorrillo manchado occidental, murciélago orejón californiano, ballena gris, comadreja cola larga, delfín de rostro largo, delfín tornillo, murciélago gris de saco, lobo fino de Guadalupe, ballena piloto, murciélago mastín de Sinaloa, orca pigmea y chihimoco de Durango, ocelote, puerco espín, tayra, entre otros.

#### IV.2.2.4.1.4 Ornitofauna

Urraca sinaloense, aguililla gris, bienteveo, carpintero enmascarado, garceta verde, cormorán oliváceo, trogón citrino, garrapatero pijuy, colorín siete colores, cernícalo común, espátula rosada, pato tepalcate, garza ganadera, codorniz cresta dorada, tecolote bajeño, correcaminos norteño, gaviota ploma, zambullidor orejudo, aguililla aura y milano cola blanca, entre otros.

#### IV.2.2.4.1.5 Herpetofauna

Lagarto de chaquira, boa, lagartija espinosa de panza azul, cascabel del Pacífico, culebra corredora de Petatillos, tortuga de monte pintada, tortuga Golfina, geco de bandas negras del noroeste, huico llanero, lagartija cachora, salamandrea patas de res, iguana espinosa de Sonora, pichicuata, lagarto de Gila, camaleón real, jicotea de baja california y culebra suelera cola plana, entre otros.

Dentro de las especies de anfibios presentes en la entidad están: sapito pinto de Mazatlán, sapo boca angosta de Mazatlán, rana figona marmoleada, sapo del desierto de sonora, rana arbórea lechosa, rana del zacate, rana ladradora costeña, ajolote tarahumara, sapo pie de pala, rana tarahumara y rana silbadora, entre otras.

Las especies antes enunciadas se reportan en general para el estado de Sinaloa, sin tomar en cuenta su ecosistema, ya que, por su ubicación en el Trópico de Cáncer, la superficie del estado se divide en tres regiones: el sur es subtropical, el centro es semidesértico y llegando con los límites de Sonora se vuelve desértico (Fauna del Estado de Sinaloa, s.f.).<sup>1</sup>

Finalmente, la fauna que constituye principalmente al municipio de Culiacán es: conejo, mapache, pato, pichi huila, paloma, codorniz, golondrina, tortuga, cocodrilo, iguana, serpiente, venado cola blanca, jabalí, puma, escorpión y caimán (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), 2010).

#### IV.2.2.4.1.6 Especies protegidas

Se verificó la presencia de las especies registradas en alguna categoría de riesgo según la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En la literatura consultada se encontró que hay especies que presentan algún estatus de conservación, ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 51 mamíferos, 13 anfibios, 46 reptiles y 82 aves (Fauna del Estado de Sinaloa, s.f.).<sup>1</sup> Como, por ejemplo:

Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Categoría en la NOM-059	Imagen
<b>Mastofauna</b>					
Felidae	<i>Leopardus Pardalis<sup>a</sup></i>	Tigrillo, ocelote	No endémica	P	
Mustelidae	<i>Eira Barbara<sup>a</sup></i>	Tayra	No endémica	P	
Erethizontidae	<i>Erethizon Dorsatum<sup>a</sup></i>	Puerco espín del norte	No endémica	P	
<b>Ornitofauna</b>					
Odontophoridae	<i>Cyrtonyx Montezumae<sup>b</sup></i>	Codorniz Montezuma, colín de Moctezuma, cincoreal, codorniz alerquín, codorniz pinta	No endémica	Pr	
Falconidae	<i>Falco peregrinus<sup>b</sup></i>	Halcón peregrino	No endémica	Pr	
<b>Herpetofauna</b>					

Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus<sup>b</sup></i>	Cocodrilo de río	No endémica	Pr	
Emydidae	<i>Trachemys scripta<sup>b</sup></i>	Tortuga gravada	No endémica	Pr	
Iguanidae	<i>Iguana iguana<sup>b</sup></i>	Iguana espinosa de Sonora	Endémica	Pr	

<sup>a</sup> CONABIO reporta estas especies en peligro de extinción para el estado de Sonora.

<sup>b</sup> Especies observadas en campo para la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Libramiento de Culiacán, En una longitud de 22 km, En el estado de Sinaloa. (s.f.). Se reportan estas especies porque es una zona aledaña a la zona donde se realizará este proyecto.

#### IV.2.2.4.1.7 Conclusiones fauna

Al realizar la revisión bibliográfica se identificaron especies dentro de la NOM-059, sin embargo, durante la visita de campo no se observó ninguna especie. No obstante, en caso de encontrar fauna bajo algún nivel de protección se llevarán a cabo los criterios establecidos en la Ley General de Vida Silvestre y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para su manejo y reubicación. Además de que se llevarán a cabo las medidas de prevención y mitigación propuestas para el componente fauna.

#### IV.2.3 Medio socioeconómico

El medio socioeconómico está relacionado al estudio integral de elementos culturales, económicos, sociales y demográficos los cuáles interactúan en un periodo y lugar determinado demarcado por una población; entendiendo de esta manera como calidad de vida al conjunto de estos elementos en los que se desarrolla un individuo. Así, se puede asociar el grado en que están cubiertas las necesidades básicas como alimento, vivienda y educación a un bienestar social de cada individuo o en general de una población.

La construcción de una vía de comunicación genera un impacto socioeconómico entendido como un cambio en la localización de la población, de las actividades y en la jerarquía de asentamientos, que es desigual en el territorio.

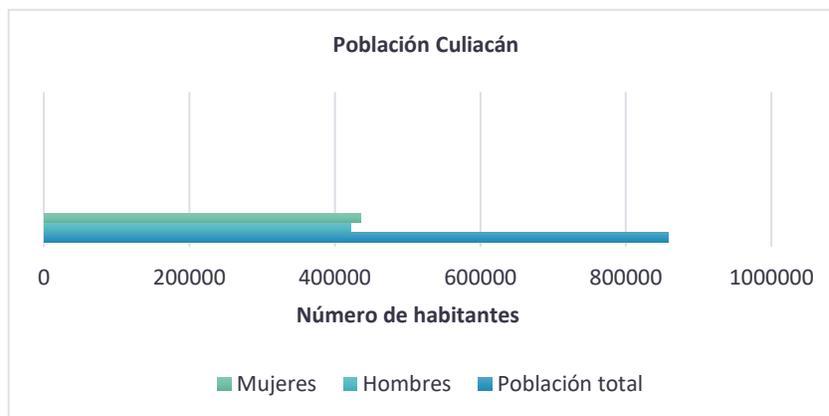
A continuación, se describen los indicadores socioeconómicos para el municipio de Culiacán, con la finalidad de facilitar el análisis y evaluación de los impactos.

#### IV.2.3.1 Indicadores demográficos

El género es una variable fundamental en el análisis demográfico debido a la profunda diferenciación de varones y mujeres en términos tanto de comportamiento demográfico como de participación en actividades sociales y económicas (Vinuesa et al., 1997: 187).

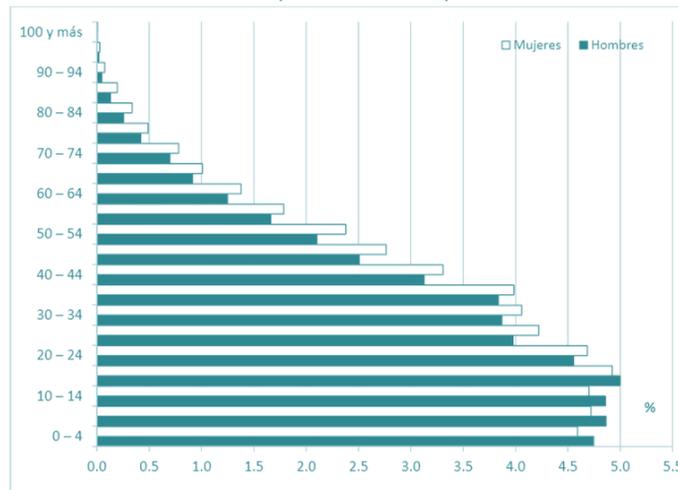
##### IV.2.3.1.1 Estructura por sexo y edad

Con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010 llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Municipio de Culiacán tiene una población total de 858.638 habitantes (422.507 hombres y 436.131 mujeres) (Figura IV-27), con una relación de 96,9 hombres por cada 100 mujeres. Presenta una densidad poblacional de 166,8 habitantes/km<sup>2</sup>, el Municipio concentra el 31% de la población en el Estado de Sinaloa (Gobierno de Culiacán, Demografía, s.f.).



*Figura IV-27. Población total por género en el municipio de Culiacán, Sinaloa.*  
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

En la Figura IV-28 se puede apreciar que el rango de edad con mayor número de población es de 15 a 19 años, el cual presenta un 9.92 % (85,184 habitantes) de la población total del municipio (Panorama Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán, 2013).



Fuente: Gráfica elaborada con base en información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Censo de Población y Vivienda, 2010, Estado de Sinaloa.

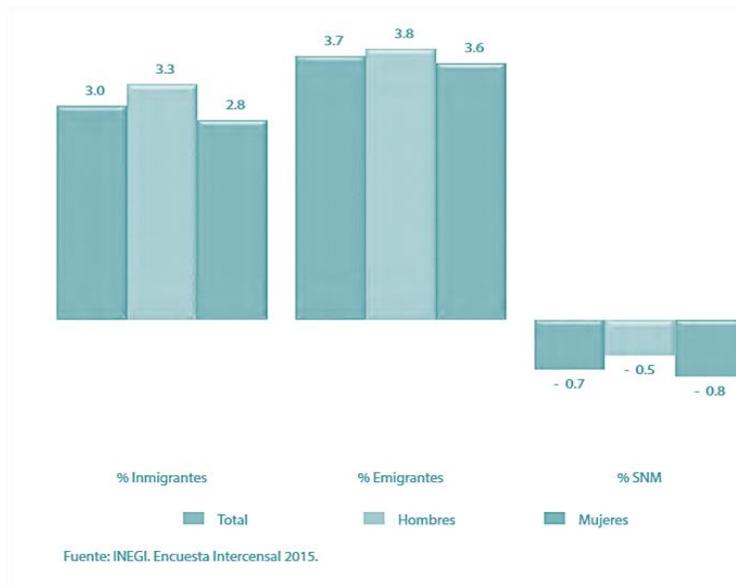
**Figura IV-28. Pirámide poblacional del municipio de Culiacán, Sinaloa.**

Fuente: Panorama Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán, 2013.

El presente proyecto y su respectivo sistema ambiental están inmersos en la ciudad de Culiacán Rosales, esta ocupa solo una parte del municipio de Culiacán, en el 2010 contaba con una mancha urbana de 65 km<sup>2</sup>, siendo la más extensa del estado de Sinaloa y tiene una población de 675.773 habitantes (de los cuales 329.608 son hombres y 346.165 son mujeres), dando como resultado una densidad poblacional de 10.396,5 hab/km concentrando al 78,7% de la población urbana total del Municipio. Los grupos étnicos más representados en el Municipio son el mixteco y náhuatl, la población total de hablantes de lengua indígena (población HLI) es de 13.081 personas. En cambio, en el área urbana de Culiacán, se cuenta solamente con 3.536 personas indígenas, representando un porcentaje muy bajo con respecto al total (Gobierno de Culiacán, Demografía, s.f.).

#### IV.2.3.2 Migración

INEGI (2015) reporta en "Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015, Sinaloa" que la migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Medida desde el enfoque de lugar de residencia 5 años antes, los datos de la Encuesta Intercensal muestran que en los últimos cinco años 3 % de personas llegaron a Sinaloa, contra el 3.7% que en este periodo salieron, lo cual arroja un saldo neto migratorio en negativo de 0.7% de personas en el estado (Figura IV-29).



*Figura IV-29. Porcentaje de población inmigrante, emigrante y saldo neto migratorio interno por sexo en Sinaloa.*

Fuente: INEGI, 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015, Sinaloa.

#### IV.2.3.3 Indicadores de salud

##### IV.2.3.3.1 Esperanza de vida y mortalidad

La esperanza de vida al nacer se refiere al número de años que en promedio se espera que viva un recién nacido, bajo el supuesto de que a lo largo de su vida estará expuesto al mismo patrón de mortalidad observado para la población en su conjunto en cierto período. En este contexto, se tiene que para el Estado de Sinaloa la esperanza de vida total es de 74.9 años, 72.9 y 77.0 para hombres y mujeres, respectivamente (Mujeres y Hombres en México, 2010, INEGI, Instituto Nacional de las Mujeres, México, INEGI 2010, p. 11-12.)<sup>2</sup>.

Mientras que la tasa de mortalidad general para el Estado de Sinaloa es de 6.1 para hombres y de 3.9 para mujeres por 1,000 habitantes. En la Tabla IV-5 también se presenta la tasa de mortalidad nacional, la cual corresponde a 5.7 (hombres) y 4.4 (mujeres).

<sup>2</sup> En Panorama Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán, 2013.

Tabla IV-5. Tasa de mortalidad y distribución porcentual de las defunciones por edad y sexo Nacional y Estado de Sinaloa.

Rango de edad	% y Tasa* Nacional		Estado de Sinaloa	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0-4	6.6	6.5	3.7	4.4
15-24	4.7	2.2	6.2	1.8
25-34	6.5	2.8	9.2	2.6
35-44	8.0	4.4	8.1	4.0
45-54	10.6	8.2	9.1	8.0
5-14	1.3	1.2	1.0	1.1
55-64	13.6	13.0	12.3	12.5
65-74	17.2	18.4	18.5	19.0
75 y +	31.1	43.4	31.9	46.5
Ne**	0.5	0.2	0.1	0.2
<b>General</b>	<b>5.7</b>	<b>4.4</b>	<b>6.1</b>	<b>3.9</b>

Fuente: Secretaría de Salud/Dirección General de Información en Salud. Elaborado a partir de la base de datos de defunciones 1979-2008 INEGI/SS y de las Proyecciones de la Población de México 2005 - 2050, y proyección retrospectiva 1990-2004. CONAPO 2006. "Defunciones y tasa de mortalidad general por sexo, por entidad federativa de residencia habitual", "Distribución porcentual de las defunciones de hombres por grupos de edad, por entidad federativa de residencia habitual, 2008", "Distribución porcentual de las defunciones de mujeres por grupos de edad, por entidad federativa de residencia habitual, 2008"

\*Tasa por 1 000 habitantes por sexo  
\*\*Ne= no especificado

Fuente: Panorama Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán, 2013.

Las principales causas de mortalidad se presentan en la Figura IV-30, siendo las enfermedades crónico-degenerativas (enfermedades del corazón, tumores malignos y diabetes mellitus) los que presentan un mayor número de casos para el año 2003. Las enfermedades prevenibles por vacunación y otras enfermedades infecto – contagiosas, así como un mayor desarrollo económico, social y educativo han llevado a una disminución de la mortalidad temprana. Sin embargo, las enfermedades infecciosas continúan siendo las principales causas de morbilidad. Sinaloa aún padece las enfermedades del rezago como la tuberculosis, la lepra y las parasitosis. Las enfermedades emergentes como el VIH/SIDA, las adicciones y el dengue forman parte ya de las estadísticas de interés epidemiológico. (Secretaría de Salud, Programa Estatal de Desarrollo Salud 2005 – 2010, 2010).

Asimismo, la Secretaría de Salud (2010) enuncia la importancia de señalar algunos problemas especiales que son factores predisponentes o consecuencia de daños a la salud. La marginación socioeconómica, la existencia de grupos vulnerables como los jornaleros agrícolas, la población indígena, los niños, las mujeres, las personas con capacidades diferentes, así como las de edad avanzada merecen una atención especial para prevenir daños o darles una mejor calidad de vida.

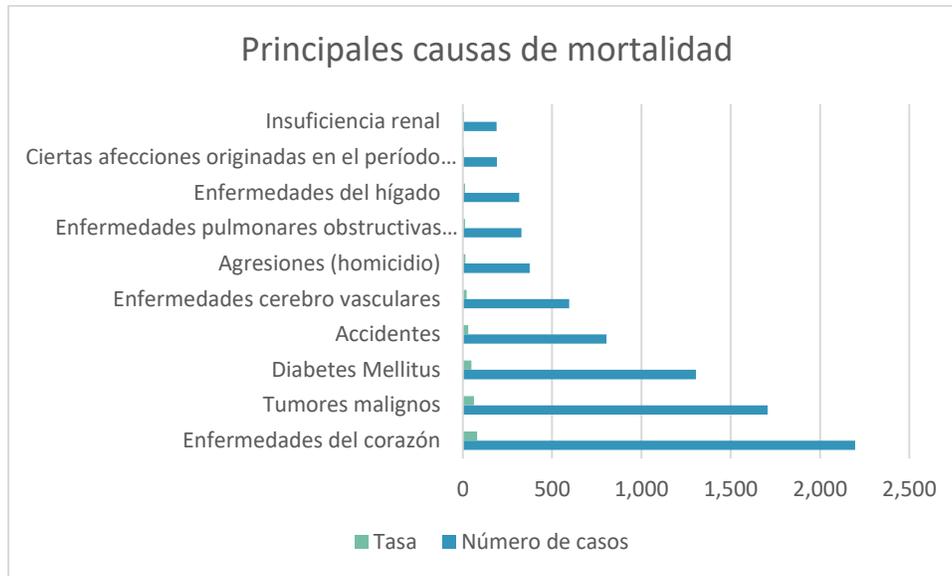


Figura IV-30. Principales causas de mortalidad en Sinaloa, 2003.

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Salud, Programa Estatal de Desarrollo Salud 2005 – 2010.

#### IV.2.3.4 Indicadores económicos

##### IV.2.3.4.1 Actividades económicas

Las principales actividades económicas en Sinaloa son la agricultura, la pesca, la ganadería, industrias derivadas y el turismo. Su PIB per cápita es de USD 6,450 con una escolaridad de 7.8 años, alfabetización de 91.9 % y un índice de desarrollo humano de 0.78. Mientras que las actividades de mayor impacto en el municipio donde se desarrollará el proyecto (Culiacán) son la agricultura y el comercio (CPTM, Culiacán, s.f.).

Tabla IV-6. Tasas de participación económica, por rangos de edad y sexo, en el Municipio de Culiacán.

Grupos quinquenales de edad	Total	Hombres	Mujeres
12-14 años	3.34	5.15	1.43
15-19 años	26.96	37.34	16.43
20-24 años	58.84	74.78	43.35
25-29 años	75.02	94.33	56.84
30-34 años	75.29	96.67	54.90
35-39 años	76.32	96.75	56.65
40-44 años	76.19	96.32	57.17
45-49 años	73.06	95.49	52.71
50-54 años	65.19	91.94	41.55
55-59 años	57.82	86.47	31.17
60-64 años	42.55	68.44	19.07
65-69 años	32.21	55.19	11.36
70-74 años	22.56	40.39	6.64
75-79 años	16.34	30.38	4.35
80-84 años	11.44	22.72	2.86
85 años y más	6.79	14.33	1.82
<b>Total</b>	<b>55.39</b>	<b>73.07</b>	<b>38.57</b>

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010. Sinaloa, Tabulados del Cuestionario Básico, Características económicas.

Fuente: Panorama Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán, 2013.

Las tasas específicas de participación económico se refieren al cociente de la población económicamente activa de un determinado grupo de edad, entre el total de población del mismo grupo, multiplicado por cien. En la Tabla IV-6 se puede observar la tasa de participación económica por rangos de edad y género en el Municipio de Culiacán, siendo el rango de edad 35 a 39 el que presenta una mayor tasa de participación económico de 72.36 y los que tienen una menor tasa son los jóvenes y adultos mayores

#### *IV.2.3.5 Conclusión medio socioeconómico*

Con base en lo anterior y la literatura consultada se puede concluir que el Municipio de Culiacán se encuentra dentro de los municipios con un grado de marginación muy baja (SEDESOL, 2013), ya que en los últimos años la tasa de empleo ha ido en aumento, la población analfabeta disminuyó, los ocupantes en viviendas sin drenaje, agua entubada, con piso de tierra y sin drenaje se redujo (Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán 2008-2010). Sin embargo, la cuestión de seguridad en la zona se ha visto mermada y muchos de los pobladores jóvenes y adultos han decidido salir de sus lugares de origen para no verse afectados por esta situación, lo que genera una alta tasa de emigración.

Cabe mencionar que la existencia de grupos vulnerables como los jornaleros agrícolas, son los que se ven más afectados en cuestiones de salud, ya que una de las principales actividades económicas es la agricultura y esta implica el uso de sustancias adversas para la salud.

#### *IV.2.4 Paisaje*

Los estudios de paisaje tienen diversos objetivos que van desde la valoración del paisaje como un recurso hasta aquellos en que se considera como un factor más para la planificación de usos de un territorio. En cualquier caso, para cumplimentar estos objetivos es necesaria la realización de estudios detallados que permitan analizar y valorar adecuadamente los diferentes tipos de paisaje, y que sirvan de apoyo en la toma de decisiones relacionados con determinados proyectos que pudieran alterarlo (Alonso-Miura, 1988; Ortega-Alba, 1996; Escribano, 2000).

##### *IV.2.4.1 Valor del Paisaje*

El término paisaje suele referirse a uno de los tres elementos que intervienen en este complejo fenómeno (Gilmartín, 2000), el elemento que no varía del terreno u objeto (como por ejemplo la litología, los usos del suelo, la vegetación), las condiciones perceptivas del escenario o medio interpuesto (condiciones atmosféricas y de visión) y las peculiaridades del observador o sujeto (el punto de vista del turista, del planificador, de la población autóctona).

Una zona con valor paisajístico es aquella que, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa. En este contexto, cuando una zona tiene valor paisajístico, el paisaje constituye un componente ambiental para efectos del presente estudio. El paisaje se entiende como la expresión visual en el territorio del conjunto de relaciones derivadas de la interacción de determinados atributos naturales. De esta forma, el paisaje constituye una modalidad de lectura del territorio establecida a partir de los recursos perceptivos del ser humano sobre determinados atributos naturales (SEIA, 2013).

#### IV.2.4.1.1 Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje

Calidad y fragilidad son conceptos complementarios, de forma que todo estudio de visibilidad debe abarcar ambos conceptos. A pesar de esto existe una diferencia esencial en ellos; así, mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se pretende desarrollar.

#### IV.2.4.1.2 La Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje

La calidad visual del paisaje es una cualidad y propiedad inherente del mismo. Para Litton (1972), *"la calidad visual (escénica), es el valor dado a un paisaje mediante la observación, en respuesta a sus estímulos visuales, los que surgen estéticamente de las formas topográficas y de los elementos de la superficie de la tierra"*.

Al analizar la calidad visual, es importante destacar que el valor de la misma está dado por la totalidad de los rasgos y características del paisaje en estudio y que a su vez estos tienen relevancia según la percepción de los observadores; los mismos que podrían ser moradores del sector, así como expertos en el tema de paisaje y de esto dependerá la exactitud al momento de emitir cualquier criterio.

Al final siempre se tratará con un tipo de apreciación subjetiva, por lo que a través del tiempo se ha visto importante la inclusión de nuevos métodos que traten de objetivar el paisaje al realizar el estudio del mismo a través de sus componentes y categorías estéticas. Según el método que se utilice en el estudio de calidad visual, se obtendrá mayor o menor grado de subjetividad en los resultados del estudio.

#### IV.2.4.1.3 La Evaluación de la Fragilidad Visual

"La Fragilidad Visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Montoya-Ayala *et al.*, 1997).

La Fragilidad Visual expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto es similar al de "vulnerabilidad visual" y opuesto al de "capacidad de absorción visual", que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Es decir, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, corresponde menor capacidad de absorción visual, y viceversa."

A diferencia del análisis de calidad visual, en donde se determina el valor intrínseco de los componentes de paisaje en el terreno y su valor escénico, el análisis de fragilidad visual se orienta, fundamentalmente, a determinar aquellas áreas del terreno que por sus características morfológicas o de configuración de paisaje, así como de accesibilidad; son más susceptibles de acoger ciertas actividades y edificaciones que generalmente transforman el valor "primigenio" del paisaje.

#### IV.2.4.1.4 La Gestión Ambiental y el Paisaje

El paisaje es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable. Por sus características es un recurso natural permanente, pero extremadamente modificable por su uso inadecuado (Larraín, 1989). Es un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable, por lo que merece especial consideración al momento de evaluar impactos ambientales negativos en un proyecto determinado.

La planificación del paisaje incluye su preservación y conservación con fuertes connotaciones ecológicas y considera la aplicación de un enfoque sistémico al conjunto de elementos naturales o artificiales (normalmente el paisaje rural y urbano), con el objeto de estudiarlos y evaluar su preservación o modificación (Bremen, 1993). Existen diferentes ámbitos de influencia en la percepción ambiental de las personas, fenómeno de gran importancia en la gestión ambiental (Benayas, 1992).

De este modo, el estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

#### *IV.2.4.2 Metodología para la Valoración del paisaje del Proyecto Ladero Rosillo, Tamaulipas.*

##### IV.2.4.2.1 Calidad Visual del Paisaje

La evaluación del paisaje se realizó a través de la valoración de la calidad de paisaje siguiendo la metodología propuesta por la U.S.D.A. Forest Service (1979), la cual detecta tres niveles de calidad visual de paisaje, a través de la evaluación de los componentes del sitio. Esta valoración es un método indirecto que determina el valor intrínseco de un área desde el punto de vista estético y ecológico, separando y analizando de forma independiente los factores que conforman el paisaje (Bióticos, Abióticos, Estéticos, Humanos).

Los componentes para evaluar por la USDA son: 1) Morfología o topografía, 2) Vegetación, 4) Agua, 5) Acción antrópica, 6) Fondo escénico, 7) Variabilidad cromática y 8) Singularidad o rareza.

##### IV.2.4.2.2 Fragilidad Visual y Sensibilidad Visibilidad del Paisaje

Para la determinación de la Fragilidad Visual se toman en cuenta factores biofísicos como la vegetación (densidad, diversidad de estratos, altura, estacionalidad, contraste cromático dentro de la vegetación y contraste cromático entre la vegetación y el sustrato superficial) y la topografía (pendiente y orientación-luminosidad) y factores de visualización (tamaño, forma y compacidad de la cuenca visual, y altura relativa del punto con respecto a su cuenca visual; Parrilla-Alcalá *et al.*, 2005).

La evaluación de la fragilidad visual se obtuvo mediante la fórmula de Fragilidad Visual, que se determina siguiendo la metodología propuesta por Escribano *et al.* (1987). La valorización de Escribano se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$\text{Fragilidad Visual: (FV)} = (((P+D+C+A)/4) + ((TCV+FCV+Co)/3) + (UP) + (V)) / 4$$

Donde:

P= Pendiente, D= Densidad de Vegetación, A= Altura de vegetación, TCV= Tamaño de la Cuenca Visual, FCV= Forma de la Cuenca Visual, C= Contraste suelo/roca, Co= Compacidad, UP=Unicidad de Paisaje y V= Visual.

#### IV.2.4.3 Resultados

##### IV.2.4.3.1 Estado actual del paisaje

El proyecto está inmerso en un uso de suelo de tipo "agricultura de riego semipermanente" (INEGI, 2015). Debido a las características del suelo donde se localiza es eliminado constantemente para incorporar terrenos a la agricultura.

La zona de estudio se ubica en un área con disponibilidad de agua de buena calidad, así también, el predio seleccionado cuenta con escasa vegetación y la superficie destinada para la construcción del Proyecto esta desprovista de vegetación, asimismo ninguna de las especies de flora y fauna silvestre observadas, se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuenta con buena pendiente, y presenta buenas condiciones de acceso para todo lo necesario en la fase constructiva.

Las principales vías para acceder al proyecto corresponden a la carretera Num. 81González – Llera de Canales y como una vía alternativa la carretera Num 80 Tampico- Ciudad Mante, los accesos y caminos se encuentran en regular estado, pero se requiere un vehículo especializado (camioneta 4 x 4) para acceder, lo que limita el acceso a visitantes.

En relación con la ocupación industrial, no existe infraestructura que destaque sobre el paisaje, sin embargo, como se muestra en la Figura IV-36 el tren forma parte del paisaje, ya que la línea ferroviaria donde se desarrollará el proyecto ha formado parte de la infraestructura ferroviaria nacional por un periodo aproximado de 108 años.

##### IV.2.4.3.2 Registro fotográfico del paisaje actual

A continuación, se muestran diferentes fotografías georreferenciadas del Proyecto, con el fin de mostrar el estado actual del paisaje del sitio:



*Figura IV-31. Vista de la plataforma 1 desde la vía férrea de la línea en el km T-976+690.6. Las plataformas son utilizadas como áreas de pastoreo. Existe evidencia de las actividades de construcción anteriores en la plataforma.*

*256030m E/ 2726595 m N Región 13R.*



*Figura IV-32. Vista al sur, dirección Guadalajara-Nogales desde el km T-976+690.6 en la vía férrea. Las zonas colindantes a la vía y las plataformas son destinadas a la agricultura.*

*256030m E/ 2726595 m N Región13R.*



Figura IV-33. Vista del paso del tren por la vía línea "T". Orientación este, dirección Nogales-Guadalajara.  
256003.59 m E/ 2726628.95 m N Región 13R.



Figura IV-34. Vista de la vía férrea km T-978+169, al norte (A), sur (B) y este (C), dirección Nogales-Guadalajara. En la franja del derecho de vía existe una franja de árboles de la familia de las leguminosas.  
256555.14 m E/2725238.32 m N Región 13R.



*Figura IV-35. Vista de la vía férrea km T-978+767.64, al sur, dirección Nogales-Guadalajara.  
256766.11 m E/ 2724687.72 m N Región 13R.*

#### IV.2.4.3.3 Calidad Visual del Paisaje

Los resultados de Calidad Visual del Paisaje aplicando la metodología de la USDA Forest Service (1979) y del Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) se obtuvieron en base de la evaluación de los siguientes criterios de la siguiente matriz (Ver tabla siguiente):

*Tabla IV-7. Matriz de evaluación de la calidad visual de paisaje.*

FACTORES	CALIDAD VISUAL ALTA	CALIDAD VISUAL MEDIA	CALIDAD VISUAL BAJA	VALOR
MORFOLOGÍA	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular. Pendiente: Mayor 30%. <b>3</b>	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. Pendiente: Menor o igual a 30%. <b>2</b>	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular. Pendiente: Menor o igual a 15%. <b>1</b>	<b>2</b>
FAUNA	Presencia de fauna permanente en el punto de observación. <b>3</b>	Presencia de fauna esporádica en el punto de observación. <b>2</b>	Ausencia de fauna en el punto de observación. <b>1</b>	<b>1</b>
VEGETACIÓN	Gran variedad de formaciones vegetales, con	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	<b>1</b>

FACTORES	CALIDAD VISUAL ALTA	CALIDAD VISUAL MEDIA	CALIDAD VISUAL BAJA	VALOR
	formas, texturas y distribución interesantes. <b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
AGUA	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo, grandes masas de agua. <b>3</b>	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje. <b>2</b>	Ausente o inapreciable. <b>1</b>	<b>2</b>
COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. <b>3</b>	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. <b>2</b>	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. <b>1</b>	<b>1</b>
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. <b>3</b>	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. <b>2</b>	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. <b>1</b>	<b>2</b>
SINGULARIDAD O RAREZA	Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. <b>3</b>	Característico, pero similar a otros en la región. <b>2</b>	Bastante común en la región. <b>1</b>	<b>1</b>
ACTUACIÓN HUMANA	Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. <b>3</b>	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. <b>2</b>	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. <b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Calidad resultante de la evaluación</b>		<b>TOTAL:</b>	<b>11</b>

#### IV.2.4.3.4 Fragilidad Visual del Paisaje

Los resultados de la fragilidad visual según el modelo de Escribano *et al.* (1987) son evaluados en función de una selección de los principales componentes del paisaje (Biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad). Aplicando la siguiente escala valórica se obtuvo:

*Tabla IV-8. Matriz de evaluación de la fragilidad visual de paisaje.*

FACTORES	ELEMENTO DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD VISUAL ALTA	FRAGILIDAD VISUAL MEDIA	FRAGILIDAD VISUAL BAJA	VALOR
BIOFÍSICOS	(P) Pendiente	Pendientes de más de un 30% terreno con un dominio del plano vertical de visualización. <b>3</b>	Pendientes entre 15 y 30%. Terrenos con modelado suave u ondulado. <b>2</b>	Pendientes entre 0 a 15%. Terrenos con plano horizontal de dominancia visual. <b>1</b>	<b>2</b>
	(D) Densidad (Vegetación)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbáceo. <b>3</b>	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado <b>2</b>	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. <b>1</b>	<b>2</b>
	(C) Contraste (Vegetación)	Vegetación monoespecífica escasez de vegetación. Contrastes poco evidentes <b>3</b>	Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes <b>2</b>	Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes gran estacionalidad de especies <b>1</b>	<b>3</b>
	(A) Altura (Vegetación)	Vegetación arbustiva o herbácea no sobrepasa los 2 m de altura. <b>3</b>	No hay gran altura de las masas (-10 m) ni gran diversidad de estratos. <b>2</b>	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m. <b>1</b>	<b>3</b>
VISUALIZACIÓN	(TCV) Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos. <b>3</b>	Visión media (1000 a 4000 m) dominio de los planos medios de visualización. <b>2</b>	Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4000m. <b>1</b>	<b>1</b>
	(FCV) Forma de la	Cuencas alargadas <b>3</b>	Cuencas irregulares <b>2</b>	Cuencas regulares <b>1</b>	<b>1</b>

FACTORES	ELEMENTO DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD VISUAL ALTA	FRAGILIDAD VISUAL MEDIA	FRAGILIDAD VISUAL BAJA	VALOR
	cuenca visual	generalmente unidireccionales en el flujo visual. <b>3</b>	mezcla de ambas categorías. <b>2</b>	extensas generalmente redondeadas. <b>1</b>	
	(Co) Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales. <b>3</b>	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual. Pero en un bajo porcentaje <b>2</b>	Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual. <b>1</b>	<b>3</b>
SINGULARIDAD	(UP) Unicidad de paisaje	Paisaje singular notable con riqueza de elementos únicos y distintivos. <b>3</b>	Paisaje de importancia visual pero habitual sin presencia de elementos singulares. <b>2</b>	Paisaje común sin riqueza visual o muy alterada. <b>1</b>	<b>1</b>
ACCESIBILIDAD	(V) Visual	Percepción visual alta visible a distancia y sin mayor restricción. <b>3</b>	Visibilidad media ocasional combinación de ambos niveles. <b>2</b>	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas escasas o breves. <b>1</b>	<b>2</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Aplicando la fórmula de FV en los resultados de la Matriz:

$$\text{Fragilidad Visual (FV)} = (((2+2+3+3)/4) + ((1+1+3)/3) + (1) + (2))/4$$

$$\text{Fragilidad Visual (FV)} = (((1+2+2+3) /4) + ((2+1+2) /3) + (2) + (2)) / 4 = 1.792$$

Bajo los rangos determinado por la Escribano *et al.* (1987) la **Fragilidad Visual del paisaje es Media (CV=1.792)**.

Tabla IV-9. Tabla de rangos para la evaluación de la fragilidad visual de paisaje.

RANGO CALIDAD VISUAL
1.00 - 1.50 Baja

1.51 - 2.50 Media
2.51 - 3.00 Alta

#### IV.2.4.3.5 Clasificación del Paisaje

Una vez evaluados la calidad visual y la fragilidad visual se determinó a qué clase de paisaje corresponde la unidad evaluada. La metodología fue adaptada del libro Visual Resource Classes and Objectives of Bureau of Land Management (2003) De acuerdo con lo establecido por la BLM se define cuatro clases, las cuales son identificadas de acuerdo con la fragilidad y calidad visual de cada Unidad de Paisaje.

La calidad visual del paisaje y la fragilidad del paisaje fueron medias por lo tanto corresponden a la **Clase III**:

*Tabla IV-10. Tabla de rangos para la clasificación de paisaje.*

		CALIDAD VISUAL		
		Alta	Media	Baja
FRAGILIDAD VISUAL	Alta	II	II	II/III
	Media	II	III	IV
	Baja	III/IV	IV	IV

La **Clase III** tiene como objetivo:

Conservar parcialmente el carácter del paisaje existente. El nivel de cambio de las características del paisaje debe ser moderado. Las actividades por realizarse pueden generar modificaciones, las cuales pueden atraer la atención del observador casual, las que, sin embargo, no deben ser dominantes. Los cambios realizados deben repetir los elementos característicos básicos encontrados en las formas naturales predominantes en el paisaje.

#### IV.2.4.4 Conclusiones

Del análisis realizado en este estudio se obtiene como resultado la identificación de Unidades de Paisaje. En relación con la Fragilidad, la cual corresponde a la capacidad de resistencia de la unidad, sobre agentes modificadores, la unidad de paisaje presentó una fragilidad media, lo que significa son capaces de albergar alteraciones de paisaje mientras se tomen medidas adecuadas (Prevención, mitigación y restauración; Fragilidad Visual del paisaje es Media (CV=1.792)).

En conclusión, se estima que las actividades proyectadas no producirán cambios significativos sobre el paisaje (bajo la metodología establecida).

### IV.3 Diagnóstico ambiental

El municipio de Culiacán, Sinaloa ha crecido considerablemente en los últimos años, esto ha llevado a modificar su fisonomía urbana en diferentes sectores de la ciudad de acuerdo con el desarrollo de las distintas actividades y necesidades de la población.

A continuación, se realiza un análisis final a modo de conclusión de las condiciones actuales que se presentan en el SA y que permitieron determinar las fuentes y los flujos de cambio del sistema.

El área donde se pretende se pretende llevar a cabo el Proyecto denominado "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio Ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa" ya se encuentra alterado así como en sus alrededores en los que existen actividades de agricultura tal como se ha descrito en el apartado correspondiente, pero se ha sabido llevar un equilibrio entre el desarrollo agrícola y el medio ambiente, lo mismo será para este nuevo proyecto ferroviario, ya que esta actividad no causará desequilibrios al tipo de ambiente que hay en esta zona.

La zona de estudio se ubica en un área con disponibilidad de agua de buena calidad, así también, el predio seleccionado cuenta con escasa vegetación y la superficie destinada para la construcción del Proyecto esta desprovista de vegetación, asimismo ninguna de las especies de flora y fauna silvestre observadas, se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuenta con buena pendiente, y presenta buenas condiciones de acceso para todo lo necesario en la fase constructiva como para llegada de servicios de emergencias en caso de accidente de trabajo en el lugar.

#### *IV.3.1.1 Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SA*

Los procesos de cambio y las actividades de producción que han imperado en el área de estudio han sido determinantes para el actual paisaje que se presenta. En el SA se pueden reconocer los siguientes procesos de cambio de carácter antrópico que han modificado el escenario en el cual se desarrolla el presente proyecto:

**Agricultura:** las expansiones de las fronteras agrícolas han ido desplazando las comunidades vegetales en estado primario, tal como se puede observar en el uso de suelo y vegetación presente en el Sistema Ambiental delimitado para el presente proyecto. Considerando esta información se descarta la posibilidad de que el Proyecto en cuestión presente algún cambio en la estructura ambiental de la zona.

**Urbanización:** el incremento de la población de la región ha propiciado la expansión de las zonas urbanas y consigo la demanda de los servicios que satisfagan las necesidades de los pobladores. En el SA se presentan vías terrestres de comunicación como son carreteras, caminos rurales y vías férreas. En las zonas urbanas se cuentan con todos los servicios básicos; sin embargo, en localidades rurales algunos como son agua potable y drenaje no se encuentran.

#### *IV.3.1.2 Medio físico*

##### *IV.3.1.2.1 Clima*

Este elemento ha ido cambiando a nivel mundial, a nivel regional en donde se pretende ejecutar las obras para la construcción de este proyecto, las características corresponden a climas  $BS_0(h')w$  y  $BS1(h')w$  semiárido cálido, se considera que estas condiciones climáticas imperantes han sido las mismas desde hace décadas, incluso se prevé serán preservadas una vez realizadas las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de las obras del proyecto, ya que no se ha notado una variación drástica en dicho factor con la implementación del presente proyecto.

#### IV.3.1.2.2 Aire

La calidad del aire no presenta efectos relevantes, la actividad antrópica causa un incremento en los niveles de contaminantes y partículas suspendidas, afectando específicamente las zonas urbanas; las mitigaciones de los efectos hacia los niveles de contaminantes se verán mermados siguiendo las medidas de mitigación expresadas en el presente estudio, disminuyendo e incluso anulando dicho efecto al momento de la construcción. Por otra parte, se prevé que con la implementación de este proyecto se agilizará la movilización de mercancías, permitiendo de esta manera los prontos traslados de las mismas repercutiendo positivamente hacia el aire pues los efectos contaminantes serán menores que las que actualmente se presentan en la región.

Además, los principales problemas (altos costos de operación vehicular, incremento en los tiempos de recorrido de los usuarios y emisiones de gases de efecto invernadero) que ocasiona la interacción entre la operación del ferrocarril y las vialidades urbanas se verán reducidos. De igual manera, se verán mermadas la contaminación acústica y las molestias a los habitantes de predios aledaños a las terminales y vías ferroviarias, ya que el paso del tren por la Ciudad genera ruido y vibraciones.

#### IV.3.1.2.3 Agua

Las características geológicas, geofísicas e hidrogeológicas del acuífero presentan una permeabilidad secundaria por fracturamiento de media a alta. El proyecto no incidirá de forma significativa en la generación de aguas residuales o en la contaminación de cuerpos de agua ya que no se presenta ninguno en las cercanías del área destinada al proyecto, a excepción de corrientes de agua intermitentes; aunado a esto el proyecto no afectará la recarga del acuífero al presentar en su estructura un material permeable que permitirá el flujo del agua precipitada.

#### IV.3.1.2.4 Suelo

La degradación y/o alteración de los suelos ocurre principalmente en aquellas áreas desprovistas de cobertura vegetal y en las utilizadas para la agricultura y que por razones socioeconómicas sean modificadas y/o abandonadas. Esta situación de degradación se presenta debido a diversos factores, entre los que se encuentran:

- a) La operación de prácticas agropecuarias inadecuadas en las que se utiliza el suelo como sustrato, sin considerar sus propiedades, funciones y potencial intrínseco;
- b) La escasez de planeación en el uso del suelo;
- c) La falta de conciencia ambiental al desconocer la importancia del suelo. Además de la presencia de problemas de degradación edáfica, el sobreuso de insumos agrícolas y la deficiente disposición de desechos se traduce en contaminación del ambiente (suelo, agua y aire) y en la pérdida de la biodiversidad.

Derivado de las actividades contempladas para el proyecto, los suelos presentarán una pérdida de las capas superiores en el área destinada para la construcción del proyecto, sin que se genere un cambio en las características físicas y químicas de los suelos del AID.

#### IV.3.1.2.5 Geología y geomorfología

La geología, al ser un proceso milenario en el cual intervienen muchos más elementos, no se verá afectado por la implementación del proyecto. Para la geomorfología del AID no se presentarán

cambios drásticos que alteren la composición de los estratos que se presentan. Por lo tanto, el proyecto no presenta una amenaza para este atributo.

#### *IV.3.1.3 Medio Biótico.*

##### *IV.3.1.3.1 Flora*

Como efecto inmediato de la implementación de las obras consideradas en el proyecto, por las actividades de desmonte se verá una disminución de la cubierta vegetal (estrato herbáceo) presente en los pocos sitios donde aún se ha podido desarrollar, las especies presentes se tratan en gran mayoría de indicadores de perturbación, son especies exóticas; por lo que no se reportaron especies florísticas dentro de la NOM-059.

En los usos del suelo y vegetación presente en el AID son predominantes las áreas destinadas a la agricultura. La vegetación original se ha ido modificando a lo largo de los años, la cual se ha ido mermando debido a las actividades antropogénicas que allí se realizan, por lo que se concluye que no se verán amenazados los tipos de vegetación presentes en la región ni la abundancia de especies con la implementación del proyecto. Es de suma importancia mencionar que en el sitio del proyecto no existen especies con características aptas para dar un uso de interés, y que eventualmente estos sitios son visitados con el afán de conseguir especies herbáceas, malezas principalmente.

##### *IV.3.1.3.2 Fauna*

Aunque se reportaron especies faunísticas presentes en la Norma Oficial Mexicana número 59, en la visita de campo no se observaron, sin embargo, se realizarán jornadas de ahuyentamiento, captura y reubicación de los organismos que se puedan llegar a encontrar durante la etapa de desmonte y despalle.

Cabe mencionar que no habrá una fragmentación y/o aislamiento de las poblaciones de especies presentes en el AID ya que ya existe una perturbación previa al sistema, como se mencionó anteriormente, en el área en donde se pretende realizar el proyecto ya existe la infraestructura de una vía y dos plataformas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

.....	94
V.1 Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales .....	94
V.1.1 Identificación de impactos ambientales .....	95
V.1.2 Valoración de los impactos .....	95
V.2 Componentes ambientales considerados para la evaluación de impactos ambientales ...	98
V.3 Actividades asociadas a cada etapa del proyecto .....	99
V.4 Análisis de la matriz de interacción causa-efecto .....	100
V.5 Análisis y descripción de los impactos significativos .....	101
V.5.1 Componente agua .....	101
V.5.2 Componente suelo .....	102
V.5.3 Componente aire .....	103
V.5.4 Componente paisaje .....	104
V.5.5 Componente flora .....	105
V.5.6 Componente fauna .....	105
V.5.7 Componente socioeconómico .....	106
V.6 Indicadores de medición de impactos ambientales .....	107
V.7 Análisis de la matriz de valoración de impactos ambientales .....	109
V.7.1 Resultados de la matriz de valoración .....	109
V.7.2 Tipología de impactos .....	112
V.8 Conclusiones .....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V-1. Características de los atributos de la metodología .....	96
Tabla V-2. Componentes y factores ambientales .....	98
Tabla V-3. Actividades por etapa del proyecto. ....	99
Tabla V-4. Matriz de identificación de impactos ambientales. ....	101
Tabla V-5. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente agua.....	102
Tabla V-6. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente suelo.....	102
Tabla V-7. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente aire. ....	103
Tabla V-8. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente paisaje. ....	104
Tabla V-9. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente flora.....	105
Tabla V-10. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente fauna. ....	105
Tabla V-11. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente socioeconómico. ....	106
Tabla V-12. Indicadores para medir el impacto .....	107
Tabla V-13. Matriz de valoración de impactos ambientales. ....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V-1. Proceso general de la identificación y evaluación de impactos ambientales (Elaboración propia) .....	94
Figura V-2. Impactos identificados en el medio abiótico. ....	111
Figura V-3. Impactos identificados en el medio biótico.....	111
Figura V-4. Impactos identificados en el medio socioeconómico.....	112

## CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación y caracterización de los impactos ambientales que se encuentran asociados al proyecto se elaboró a partir de la integración de las actividades a desarrollar durante cada etapa del proyecto y su incidencia en los componentes ambientales, obteniendo la integración de dos matrices.

De manera general en la siguiente imagen se muestra el procedimiento de identificación y evaluación de impactos cuya probabilidad de ocurrencia es alta respecto a las características particulares del proyecto.

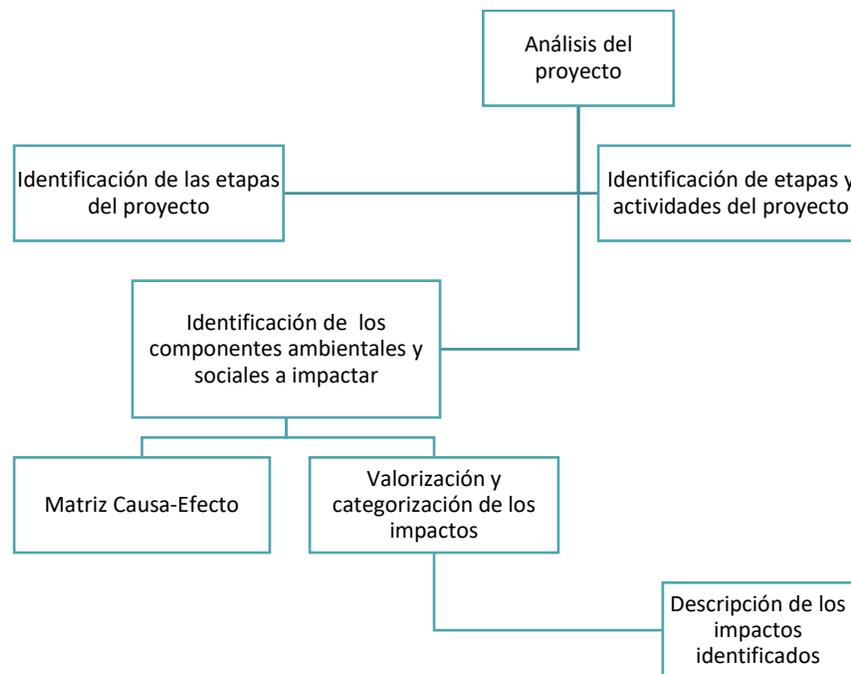


Figura V-1. Proceso general de la identificación y evaluación de impactos ambientales (Elaboración propia)

### V.1 Metodología de identificación y evaluación de los impactos ambientales

Para la identificación y valoración de los impactos, se utilizaron dos métodos diferentes pero complementarios entre sí, dichos métodos son la Matriz de relación causa-efecto basada en la propuesta de Leopold (1971) y la metodología de evaluación de Fernández-Vítora (2000)<sup>3</sup>; la selección de estas metodologías se basa en la combinación de los elementos que permiten considerar cada característica particular del proyecto y evaluarla de modo individual (por factor) y de manera conjunta (por componente), a fin de identificar los puntos más vulnerables dentro de cada componente y poder establecer estrategias que minimicen los efectos que el desarrollo del proyecto podrían ejercer sobre ambientes los componente naturales y sociales. Es posible evaluar las interacciones entre todos los componentes y factores ambientales y sociales respecto a las actividades que se desarrollaran dentro de cada una de las etapas del proyecto, evaluando de manera

<sup>3</sup> Fernández-Vítora (2000) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental; 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa; España

cuantitativa los efectos de los impactos a fin de cumplir con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (adecuación conceptual y adecuación de la información, de manera total, y adecuación matemática, de manera parcial), partiendo de que se considera la totalidad de la información obtenida, facilitando así la adecuación al tipo de proyecto sobre el que versa el presente estudio.

#### V.1.1 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos que serán ocasionados por el proyecto se realizó una matriz de causa – efecto (Leopold, 1971), la cual fue elaborada de acuerdo con las etapas y actividades del proyecto previamente detectadas y a los factores que se verán impactados por efecto del desarrollo de dichas actividades, en la etapa de identificación de impactos se determinaron los siguientes puntos:

- Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos.
- Identificación de las relaciones proyecto-factores (Impacto).
- Cribado de los impactos, solo se valoran los impactos significativos.

Una vez establecida la matriz, se realizó el llenado de esta con base en la presencia/ausencia de las diferentes interacciones encontradas, por lo que al final se puede distinguir cual es el factor que presenta mayor número de interacciones y en relación a que actividad y/o etapa se presentan, obteniendo un resultado ponderado por número de relaciones causa-efecto de cada componente, y con esto realizar una identificación de los impactos y sobre que componente son los más representativos, además se realiza una selección resultado con base a un criterio ponderado del número de interacciones posibles/número de interacciones, encontradas para valorar en la siguiente etapa los impactos significativos.

#### V.1.2 Valoración de los impactos

Para realizar la valoración de impactos se aplicó la metodología de evaluación de impactos diseñada por Fernández-Vítora (2000). Esta metodología se aplica con la finalidad de analizar los impactos generados conforme a la identificación de los mismos, en la que nos permite evaluar lo siguiente:

- Evaluar numéricamente la tipología y la importancia de los impactos generados por la implementación del proyecto de acuerdo con su importancia considerando los parámetros: naturaleza (+/-), intensidad (I), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC).

Una vez evaluados los impactos esta metodología evidencia la importancia del impacto, así como su categoría (irrelevante, moderado, severo o crítico) según la importancia del impacto a fin de proponer las medidas de prevención y mitigación adecuadas y necesarias.

Una vez presentado un panorama general se puede definir como una metodología semicuantitativa ya que su valoración, como se mencionó anteriormente, se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador, es por ello que cabe mencionar que esta metodología tiene un grado de subjetividad que debe considerarse; sin embargo, es una metodología que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos sobre y su influencia; a continuación se definen las características de cada uno de los atributos evaluados.

Tabla V-1. Características de los atributos de la metodología

TÉRMINO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN	
Naturaleza	(+) o (-)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: el cual es previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos que reflejen los efectos cambiantes difíciles de predecir. Este carácter (x), también reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.		
Intensidad (Grado de destrucción)	I	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy alta	8
			Total	12
Extensión (Área de influencia)	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades (+4) por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	Puntual	1
			Local o Parcial	2
			Extenso	4
			Total	8
			Crítica	(+4)
Momento (Plazo de manifestación)	MO	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t <sub>a</sub> ) y el comienzo del efecto (t <sub>i</sub> ) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, es considerado a corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, será considerado a largo plazo, con valor asignado de (1).	Largo plazo	1
			Medio plazo	2
			Corto plazo	4
			Inmediato	4
			Crítico	(+4)
Persistencia (Permanencia del efecto)	PE	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que el impacto deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1
			Medio plazo	2

		Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.	Irreversible	4
<b>Sinergia (Regularidad de manifestación)</b>	<b>SI</b>	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultáneamente. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	Sin sinergismo	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
<b>Acumulación (incremento progresivo)</b>	<b>AC</b>	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple	1
			Acumulativo	4
<b>Efecto (Relación causa-efecto)</b>	<b>EF</b>	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto	1
			Directo	4
<b>Periodicidad (Regularidad de la manifestación)</b>	<b>PR</b>	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los efectos periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, es decir discontinuos (1).	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4
<b>Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)</b>	<b>MC</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable de manera inmediata	1
			Recuperable a plazo medio	2
			Mitigable	4
			Recuperable	8
<b>Importancia del Impacto</b>		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados. Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación: $I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$		

Fuente: Fernández-Vítora, 2000

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los valores intermedios (entre 40 y 60) cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

La categorización de los impactos se realiza a partir del valor resultante del atributo Importancia y se clasifica de la siguiente manera:

Los impactos <b>IRRELEVANTES</b> adquieren valores de importancia <b>inferiores a 25</b> .	
Los impactos <b>MODERADOS</b> presentan una importancia entre <b>25 y 50</b> .	
Los impactos <b>SEVEROS</b> toman un valor entre <b>50 y 75</b> .	
Los impactos <b>CRÍTICOS</b> se dan cuando el valor sea <b>superior a 75</b> .	

## V.2 Componentes ambientales considerados para la evaluación de impactos ambientales

Con la finalidad de determinar si las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto representan afectaciones negativas o positivas sobre el ambiente (agentes de cambio), es indispensable reconocer cuales son los componentes que pudiesen resultar vulnerables con la realización de las actividades del proyecto. A esos componentes del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio es a lo que para fines del procedimiento de evaluación se ha denominado **componentes ambientales**. La modificación que los componentes ambientales sufren al entrar en contacto con uno o varios agentes de cambio, es lo que nos indica si determinada actividad dentro del sistema da lugar a un impacto. Con la finalidad de puntualizar la parte del componente ambiental que será afectada, se definen los **factores ambientales**, los cuales enfatizan la parte del componente que pudiera verse afectada por efectos del desarrollo del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan los componentes ambientales y los factores ambientales que según las características del proyecto podrían verse afectados con la ejecución y desarrollo del mismo, cabe mencionar que el presente listado se realizó bajo la visita previa del campo y considerando la opinión técnica de expertos en el tema.

*Tabla V-2. Componentes y factores ambientales*

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Factor
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	AGUA	Calidad del agua
			Captación
			Escurrimientos
		SUELO	Erosión
			Compactación
			Fertilidad
			Calidad
	AIRE	Ruido	
		Calidad del aire	
	PAISAJE	Calidad escénica	
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Abundancia
			Riqueza
		FAUNA	Mortalidad
Desplazamiento de organismos			
Extracción de organismos			
Especie NOM-059-SEMARNAT-2010 en SA			
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIOECONÓMICO		Empleo
			Actividades económicas
			Calidad de vida

### V.3 Actividades asociadas a cada etapa del proyecto

Es importante tener en cuenta cada una de las actividades que serán desarrolladas en cada una de las etapas contempladas para la ejecución de este proyecto, ya que de ello dependerá en gran medida los impactos que se presenten; el listado de actividades corresponde al mencionado en el Capítulo II de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. En la siguiente tabla se enlistan las actividades correspondientes a cada etapa correspondiente del proyecto.

*Tabla V-3. Actividades por etapa del proyecto.*

Etapas	Actividad
Preparación del sitio	Delimitación del área del proyecto, trazo y nivelación topográfica
	Desmante y despalme
	Suministro de material
Construcción	Afine de cama de terraplén existente
	Distribución y extendido del balasto
	Perfilado del balasto
	Armado de vía
	Aplicación de soldadura
	Calzado, alineamiento y nivelación
Operación y mantenimiento	Actividades de limpieza y mantenimiento de la vía

#### V.4 Análisis de la matriz de interacción causa-efecto

La primera matriz causa – efecto (Leopold, 1971) identifica los impactos probables mediante el cruce de las actividades correspondientes a cada etapa y el listado de factores por componente que resulte vulnerable con el desarrollo del proyecto. Se obtuvo un total de 105 interacciones, de las cuales 30 se refieren a interacciones positivas (todas localizadas en el medio socioeconómico) y 75 a negativas distribuidas de la siguiente manera; 16 para el componente agua, 14 tanto para suelo como para aire, 1 en paisaje, 4 más en flora y 26 en fauna. En este último componente, se identificaron 10 posibles interacciones en extracción de organismos, que, aunque escasas las probabilidades de presencia de algún individuo faunístico, se tomarán todas las medidas preventivas necesarias para evitar cualquier incidente de este tipo.

En la matriz siguiente (Tabla IV.4 Matriz de identificación de impactos ambientales) se muestran las interacciones descritas previamente. Posteriormente, se realizó la identificación específica de cada impacto, obteniéndose un total de 22 (positivos y negativos), los cuales fueron evaluados utilizando la metodología diseñada por Fernández-Vítora (2000) y descrita previamente.

Tabla V-4. Matriz de identificación de impactos ambientales.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	ETAPAS DEL PROYECTO	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Incidencia por factor	Incidencia por componente		
			ACTIVIDADES	Delimitación del área del proyecto, trazo y nivelación topográfica	Desmonte y despalme	Suministro de material	Afina de cama de terraplén existente	Distribución y extendido del balasto	Perfilado del balasto	Armado de vía	Aplicación de soldadura	Calzado, alineamiento y nivelación			Actividades de limpieza y mantenimiento de la vía	
			FACTOR													
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	AGUA	Calidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	16
			Captación	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	5	
			Escurrimientos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		SUELO	Erosión	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	5	14
			Compactación	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
			Fertilidad	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	
	AIRE	Ruido	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	14	
		Calidad	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4		
	PAISAJE	Calidad escénica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	Abundancia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	
			Riqueza	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
		FAUNA	Mortalidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	26	
			Desplazamiento	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
			Extracción de organismos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10		
Especie NOM-059-SEMARNAT-2010			0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	5			
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SOCIOECONÓMICO	Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	30		
		Actividades económicas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10			
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10			
TOTAL DE INTERACCIONES				12	16	10	12	11	7	8	9	9	11	105	105	
TOTAL POR ETAPA				38			56					11				

Nota: Ver Anexo del Capítulo V

## V.5 Análisis y descripción de los impactos significativos

Es necesario profundizar en los impactos que pueden generarse a causa del desarrollo del proyecto, es por esta razón que se presenta la descripción de los impactos identificados por componente ambiental y que fueron evaluados de acuerdo con la metodología diseñada por Fernández-Vítora (2000) y descrita con anterioridad.

### V.5.1 Componente agua

Para el componente agua se identificaron un total de 4 impactos potenciales que pueden ser ocasionados por las diversas actividades derivadas de la ejecución del proyecto, la descripción de estos impactos se realiza a continuación (Tabla VIII-5).

*Tabla V-5. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente agua.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Calidad del agua	Contaminación por residuos sólidos	Debido a la presencia de trabajadores en la obra existe la posibilidad de que se presentaran casos de mala disposición de residuos sólidos urbanos que pudiera afectar la calidad del agua cercana; sin embargo, en todo momento se buscará realizar el manejo adecuado de todos los residuos.	Preparación del sitio Construcción
	Contaminación por residuos líquidos	Por otro lado, presencia de trabajadores puede derivar en conductas inapropiadas como el fecalismo al aire libre, impacto que afecta también la calidad del agua si se realiza cerca de escurrimientos; es por ello que se contratará a una empresa para la renta de sanitarios portátiles.	Preparación del sitio Construcción
Captación	Afectación de la infiltración de agua	La infiltración del agua que se precipita sobre cualquier superficie depende en gran medida de la estructura del suelo. Las obras a realizar en las zonas correspondientes a la presente manifestación de impacto ambiental afectarán la estructura del suelo a causa de las actividades del proyecto. Sin embargo, dentro de los objetivos de colocación del balasto en una línea férrea es drenar el agua de lluvia de los laderos. Debido a que las obras se realizan dentro del derecho de vía y las plataformas estas áreas se ha conservado limpias y con poca vegetación para mantener el buen estado de la vía.	Preparación del sitio Construcción
Escurrimientos	Interrupción de escurrimientos	El proyecto no considera el trabajo de obras de drenaje o alcantarillado, sin embargo, debido a la presencia de los canales de riego que interceptan con el proyecto, existe la posibilidad de que derivado de algunas actividades se afecten de manera temporal y puntual, sin embargo, en todo momento se podrá regresar a las condiciones iniciales, es decir, se refiere a un impacto temporal y reversible en cualquier momento.	Preparación del sitio Construcción

#### V.5.2 Componente suelo

En el caso del componente suelo, se tienen 4 impactos derivados de las actividades que se realizarán por la ejecución de proyecto (Tabla VIII-6).

*Tabla V-6. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente suelo.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Erosión	Incremento en la erosión	En las actividades de preparación del sitio y de la etapa de construcción, el suelo perderá compactación generando que las partículas queden expuestas y con mayor vulnerabilidad de que se pierdan por flujos de agua como la lluvia o por acción del viento.	Preparación del sitio Construcción

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Compactación	Incremento en la compactación	El proyecto se localiza cercano a vías de comunicación y caminos de terracerías que se utilizará en todo momento, sin embargo, el uso de vehículos y maquinaria para desarrollar las diferentes actividades concernientes al proyecto provocarán la compactación mecánica del suelo, reduciendo los espacios entre las partículas y propiciando una modificación en la estructura del mismo.	Preparación del sitio Construcción
Fertilidad	Pérdida de la fertilidad	Una de las consecuencias del despalme dentro del área del proyecto será la pérdida de la capa fértil que pudiera localizarse en el suelo, ya que esta se concentra en los primeros 20 o 30 cm del suelo más superficial, por lo que, al ejecutarse el despalme, el área del proyecto quedará sin cubierta fértil, evitando la proliferación de organismos.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Calidad	Contaminación por residuos	Si los residuos que se generen como parte del proyecto no se manejan de manera adecuada, existe la posibilidad de que el suelo pueda ser contaminado.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento

### V.5.3 Componente aire

Para el componente aire fueron identificados impactos ligados al ruido y la calidad del aire, factores que inciden no sólo en el área del proyecto si no que suelen afectar áreas contiguas al mismo; en la siguiente tabla se presenta la descripción de los impactos.

*Tabla V-7. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente aire.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Ruido	Incremento en los niveles de ruido	Este impacto se presentará a partir del inicio de las actividades relacionadas con el proyecto, ya que, pese a que la vía principal es utilizada actualmente, es un ruido que afecta de manera esporádica al medio, mientras que, con el inicio de las actividades durante la preparación del sitio y construcción, el nivel de ruido incrementará por la presencia de maquinaria, medios de transporte, y mano de obra durante el periodo de las primeras etapas.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Calidad	Generación de polvos	Se producirán partículas de polvo provenientes del movimiento de tierras,	Preparación del sitio

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
		diferentes actividades de la construcción y el uso de materiales para la misma.	Construcción
	Generación de gases contaminantes	Este impacto estará presente durante todas las etapas del proyecto, debido al traslado de materiales y operación de la maquinaria, así como el uso de vehículos ligeros y pesados. En la etapa de operación y mantenimiento, el paso de ferrocarriles trae consigo la generación de partículas provenientes de la combustión de combustibles.	Preparación del sitio  Construcción  Operación y mantenimiento

#### V.5.4 Componente paisaje

El paisaje es un componente perceptual integrado por elementos propios de cierta extensión de territorio, estos elementos pueden ser; naturales, geográficos, antropogénicos, etc. y proporcionan una esencia propia a cada sitio. Este componente es un dinamismo cultural, que va ligado a la evolución de las sociedades y su relación con el medio. Sin embargo, al ser un componente perceptual cambia y varía según es comprendido por cada observador conforme es analizado espaciotemporalmente.

En este caso el proyecto, debido a las actividades que actualmente se realizan alrededor del área del proyecto y que el proyecto se desarrollará dentro del derecho de vía y plataformas ya construidas, este no tendrá una afectación relevante en el paisaje (Tabla VIII-8).

*Tabla V-8. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente paisaje.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Calidad escénica	Alteración de la calidad escénica	El paisaje actual cambiará debido a que se incluirán elementos que actualmente no son comunes, como es el personal en los frentes de trabajo y la maquinaria, durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación se incluirán elementos en la zona tales como estructuras férreas y vagones de tren. Es recalable mencionar que en la zona ya existen estructuras férreas y paso de trenes, por lo que no se incorporaran de forma permanente elementos que actualmente no estén ya dentro del paisaje.	Preparación del sitio  Operación y mantenimiento

### V.5.5 Componente flora

Para el desarrollo del proyecto, será necesario retirar remantes de vegetación presente dentro del área del proyecto. En la siguiente tabla, se presentan los impactos que se darán sobre el componente.

*Tabla V-9. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente flora.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
<b>Abundancia</b>	Disminución de número de organismos	El número total de organismos incluidos dentro de los límites de las áreas del proyecto se verá reducido por acciones de preparación del sitio. Es necesario mencionar que este impacto estará restringido exclusivamente al área del proyecto a fin de no afectar superficie externa que ocasione daños al ecosistema.	Preparación de sitio
<b>Riqueza</b>	Disminución de número de especies	Se prevé la eliminación de la presencia de las especies por las actividades propias de la preparación del sitio para dar lugar a las estructuras ferroviarias necesarias para el establecimiento del proyecto. Cabe mencionar que dentro de las áreas del proyecto (derecho de vía y plataformas) la vegetación principal se refiere a maleza y huajes como se describe con detalle en el Capítulo IV.	Preparación de sitio

### V.5.6 Componente fauna

Para el componente fauna se identificaron un total de cuatro impactos, los cuales se presentarán en distintas etapas de desarrollo del proyecto, en la siguiente tabla (VIII-10) se presenta la descripción de los impactos.

*Tabla V-10. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente fauna.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
<b>Mortalidad</b>	Incremento en la mortalidad de organismos	La mortalidad de fauna puede incrementarse por las siguientes acciones: Atropellamiento: Se refiere al choque directo de individuos faunísticos con vehículos automotores, provocando lesiones graves o el deceso de los individuos. Uso de maquinaria pesada: Se refiere al uso de maquinaria que durante su operación y manejo pudiera llegar a causar la muerte de un individuo.	Preparación del sitio  Construcción

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Desplazamiento de organismos	Modificación de rutas de desplazamiento	Aunque con escasas posibilidades, se refiere a que algunas especies de vertebrados tienden a usar caminos antropogénicos (terracerías, veredas y caminos) como rutas de desplazamiento. Por lo cual estas rutas se verán modificadas y por conducta o estrés las especies tienden a evitar esas rutas y buscar nuevos accesos.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Extracción de organismos	Extracción ilegal de organismos	Se refiere a la extracción de ejemplares, partes y derivados de fauna silvestres, como una parte de la cadena del comercio en tráfico ilegal.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a organismos de especies listadas	Como se describe en el Capítulo IV, a pesar de que, en el AID, durante las visitas de campo, no se identificó presencia de especies faunísticas, en la revisión bibliográfica se identificaron especies dentro de la NOM, por ello se decidió incluir en la evaluación.	Preparación del sitio Construcción

#### V.5.7 Componente socioeconómico

Este componente presenta impactos positivos con la implementación del proyecto, ya que uno de los principales objetivos a los que contribuirá este proyecto, en un futuro, es a la reubicación posterior del actual patio de maniobras hacia las afueras de la Ciudad de Culiacán Rosales, como solución a la problemática principal que genera el ferrocarril en la Ciudad de Culiacán, lo que se verá reflejado al mejorar la movilidad actual de vehículos en los sitios donde está inmersa actualmente la vía, evitar el vandalismo en las vías férreas en el centro de la ciudad y frenar el deterioro en la convivencia actual; en la siguiente tabla (VIII-11) se muestran los impactos identificados para este componente.

*Tabla V-11. Posibles impactos generados por el proyecto en el componente socioeconómico.*

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
Empleos	Temporales	Los empleos temporales serán generados en las dos primeras etapas del proyecto, ya que es ahí donde se espera tener mayor necesidad de mano de obra temporal para la realización de todas las actividades concernientes a dichas etapas, por lo que este impacto se considera positivo al generar fuentes de empleo a la población.	Preparación del sitio Construcción

Factor	Impacto	Descripción del impacto	Etapas de incidencia del impacto
	Permanentes	Este impacto se considera como positivo a mediano y largo plazo, ya que con el funcionamiento del patio (una vez que esté construido) se espera que de manera indirecta se generen empleos permanentes derivados de la puesta en marcha del patio.	Operación y mantenimiento
Actividades económicas	Comercio	Este impacto se encuentra asociado directamente con la presencia de trabajadores en el área y se verá reflejado en los pequeños comercios de las comunidades cercanas, que cuenta con servicios básicos para la adquisición de insumos para los trabajadores.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento
Calidad de vida	Poder adquisitivo	Con la generación de fuentes de empleo se estará favoreciendo la calidad de vida de los empleados al aumentar sus ingresos ya sea de manera temporal y permanente, además las actividades del comercio permitirán crear cadenas secundarias de beneficios que ayudarán también al mejoramiento en la calidad de vida de las personas.	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento

## V.6 Indicadores de medición de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales por componente es importante identificar los indicadores que deberán ser utilizados para medir la intensidad de los impactos ambientales a fin de tener un parámetro común al momento de evaluar. En la siguiente tabla se muestran los indicadores por componente y factor.

Tabla V-12. Indicadores para medir el impacto

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	INDICADOR
AGUA	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos	Turbidez, olor, color, etc.
		Contaminación por residuos peligrosos	Cantidad de sólidos suspendidos (mg/l), Cambio en la DBO, DQO y OD (mg/l),
	Captación	Disminución en la infiltración de agua	Superficie compactada (m <sup>2</sup> )
	Escurremientos	Interrupción de escurrimientos	Número de intercepciones en los escurrimientos

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	INDICADOR
<b>SUELO</b>	Erosión	Incremento de la erosión	ton/ha de suelo erosionado
	Compactación	Incremento de la compactación	m <sup>2</sup> compactados
	Fertilidad	Pérdida de la fertilidad	Capa fértil extraída (ton/ha)
	Calidad	Contaminación por residuos	m <sup>2</sup> contaminados
<b>AIRE</b>	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	Límites máximos permisibles por la normativa aplicable (dB)
	Calidad	Generación de polvos	Partículas suspendidas
		Generación de gases contaminantes	Partículas suspendidas
<b>PAISAJE</b>	Calidad escénica	Disminución en la calidad	Cuencas visuales
<b>FLORA</b>	Abundancia	Disminución de número de organismos	Número de individuos por hectárea
	Riqueza	Disminución de número de especies	Número de especies por hectárea
<b>FAUNA</b>	Mortalidad	Incremento en la mortalidad de organismos	Número de individuos muertos
	Desplazamiento	Modificación de rutas de desplazamiento	Número de individuos en el área del proyecto una vez avanzadas las obras
	Extracción de organismos	Extracción ilegal de organismos	Número de casos detectados
	Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a organismos de especies listadas	Número de individuos registrados durante el proyecto
<b>ECONOMICO</b>	Empleo	Temporales	Número de empleos generados
		Permanentes	Número de empleos generados
<b>SOCIAL</b>	Actividades económicas	Comercio	Censos, entrevistas
	Calidad de vida	Poder adquisitivo	Censos, entrevistas

## V.7 Análisis de la matriz de valoración de impactos ambientales

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales susceptibles de presentarse durante el desarrollo del proyecto es posible realizar la valoración de los impactos siguiendo los criterios de la metodología antes descrita.

### V.7.1 Resultados de la matriz de valoración

Como se puede observar en la matriz de valorización de impactos ambientales (Tabla V-13), existen 16 impactos que entran en la categoría de moderados y 6 impactos de categoría irrelevantes. En el capítulo siguiente se abordan las medidas de mitigación, protección o compensación que serán implicadas para los impactos ambientales identificados.

Tabla V-13. Matriz de valoración de impactos ambientales.

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	NAT	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	CATEGORÍA
AGUA	Calidad	Contaminación por residuos sólidos	-	8	1	4	2	1	2	1	1	1	1	39	Moderado
		Contaminación por residuos líquidos	-	2	2	2	2	2	2	4	1	1	4	28	Moderado
	Captación	Afectación de la infiltración de agua	-	1	1	4	4	2	2	1	1	1	1	21	Irrelevante
	Escurrimientos	Interrupción de escurrimientos	-	1	2	4	4	2	2	4	4	1	4	32	Moderado
SUELO	Erosión	Incremento en la erosión	-	4	2	4	4	2	1	1	1	1	4	34	Moderado
	Compactación	Incremento de la compactación	-	1	1	4	4	2	2	1	1	1	4	24	Irrelevante
	Fertilidad	Pérdida de la fertilidad	-	4	1	4	4	4	2	1	4	1	4	38	Moderado
	Calidad	Contaminación por residuos	-	2	2	4	4	2	1	4	1	1	2	29	Moderado
AIRE	Ruido	Incremento en los niveles de ruido	-	4	2	4	1	1	1	1	4	2	8	38	Moderado
	Calidad	Generación de polvos	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	2	25	Moderado
		Generación de gases contaminantes	-	2	2	4	2	2	1	4	4	4	4	35	Moderado
PAISAJE	Calidad escénica	Disminución en la calidad	-	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	19	Irrelevante
FLORA	Abundancia	Disminución de número de organismos	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	Irrelevante
	Riqueza	Disminución de número de especies	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	2	20	Irrelevante
FAUNA	Mortalidad	Incremento en la mortalidad de organismos	-	2	1	4	4	4	2	1	4	2	4	33	Moderado
	Desplazamiento	Modificación de rutas de desplazamiento	-	1	2	2	4	2	1	1	4	1	2	24	Irrelevante
	Extracción de organismos	Extracción ilegal de organismos	-	2	2	4	4	4	2	4	1	1	4	34	Moderado
	Especie NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación a organismos de especies listadas	-	2	2	4	4	4	1	1	1	1	4	30	Moderado
SOCIOECONÓMICO	Empleo	Temporales	+	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
		Permanentes	+	2	2	2	4	4	2	1	4	4	4	35	Moderado
	Actividades económicas	Comercio	+	4	4	2	2	2	2	1	1	4	4	38	Moderado
	Calidad de vida	Poder adquisitivo	+	4	4	2	2	2	2	1	1	4	4	38	Moderado



Asimismo, al agruparse estos 22 impactos identificados de acuerdo al componente ambiental donde impactan, se identifica que, en el medio abiótico, se tiene un total de 12 impactos negativos, de los cuales 3 se clasificaron como Irrelevantes y el resto como Moderados.

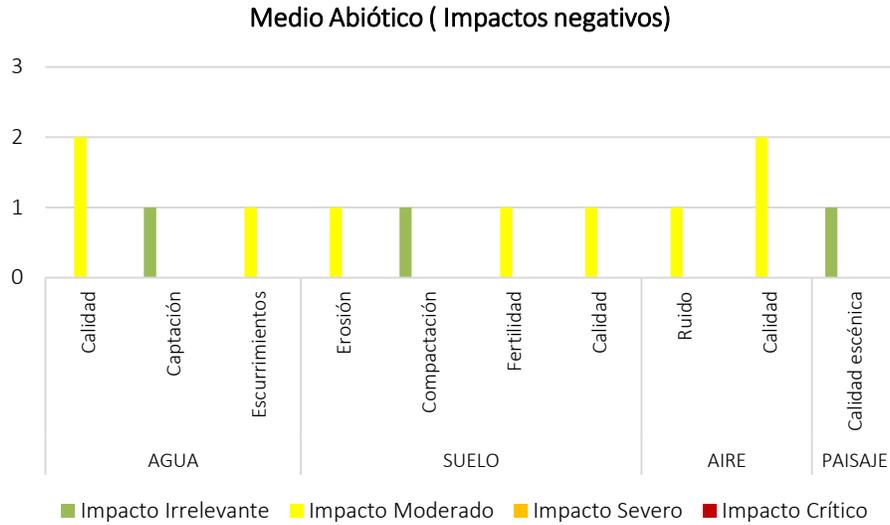


Figura V-2. Impactos identificados en el medio abiótico.

Para el caso del componente biótico, de los seis impactos identificados, tres de ellos se categorizaron dentro del rubro de Irrelevantes, entre los cuales están aquellos específicos en el componente flora, ya que, si bien se tiene contemplada la actividad de desmonte, cabe mencionar que el uso actual del suelo del AID y de la mayor parte del SA es agrícola, por lo cual, el impacto será menor, además de que no se identificaron especies endémicas o con algún nivel de protección dentro del área del proyecto.

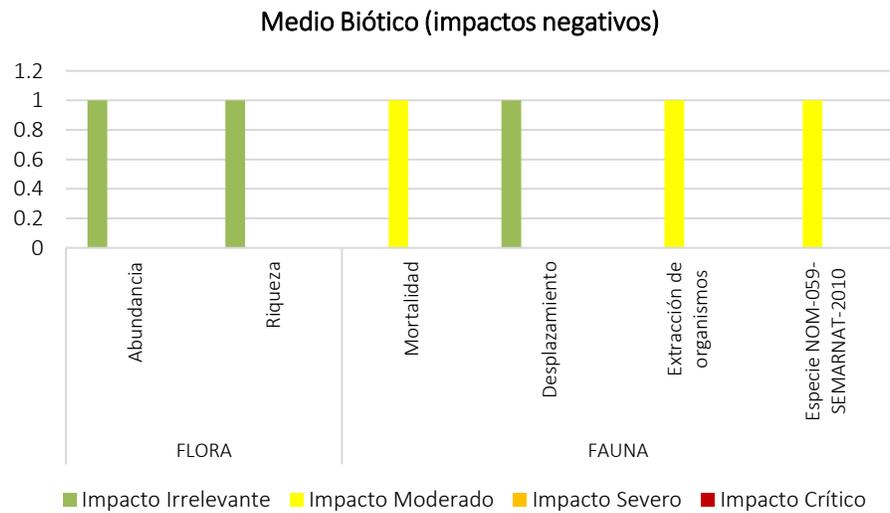
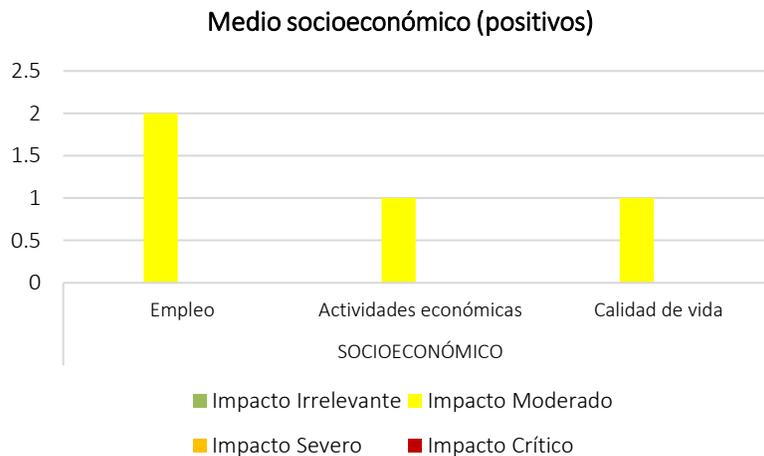


Figura V-3. Impactos identificados en el medio biótico

Con respecto a los impactos positivos, estos se localizaron en el medio socioeconómico, y los cuatro identificados, se agruparon dentro de la categoría de Moderados, ya que se buscará en todo momento, dar empleo a los locatarios, además de que el proyecto busca contribuir a la realización de etapas posteriores del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" mismas que en su debido tiempo serán solicitadas para su evaluación en materia de impacto ambiental con el trámite correspondiente, pero que busca mejorar la convivencia actual urbano - ferroviaria en el municipio de Culiacán Rosales, lo que traerá beneficios tangibles a los pobladores.



*Figura V-4. Impactos identificados en el medio socioeconómico.*

## V.7.2 Tipología de impactos

### V.7.2.1 Impactos acumulativos

El impacto acumulativo incrementa progresivamente su gravedad o beneficio al prolongarse en el tiempo la acción que lo provoca, o al interactuar ésta con otros impactos ocurridos en el pasado o que ocurren en el presente.

En este caso, como se ha comentado previamente y descrito a detalle en el Capítulo II, la realización de las obras de este proyecto darán pauta para la realización de etapas posteriores del proyecto "Libramiento ferroviario de Culiacán, Sinaloa" mismas que en su debido tiempo serán solicitadas para su evaluación en materia de impacto ambiental con el trámite correspondiente; pero que en términos generales buscan un objetivo común que se refiere a llevar a cabo la reubicación del actual patio de maniobras, que se propone como solución a la problemática de movilidad que genera el ferrocarril en Culiacán, ya que actualmente la vía férrea crea una barrera artificial que limita la movilidad de personas y vehículos en los sitios donde está inmersa, generando conflictos por la interacción entre la operación del ferrocarril y las vialidades urbanas.

#### V.7.2.2 Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos que tienen la posibilidad de persistir después de ser aplicadas las medidas de mitigación propuestas para el proyecto; estos impactos carecen de medidas correctivas y se mitigan parcialmente. En este estudio en particular, estos impactos residuales tienen una importancia irrelevante y moderada, lo que significa que son compatibles con el proyecto y no requieren de medidas de mitigación adicionales a las descritas en el Capítulo VI. Los impactos residuales negativos identificados se describen a continuación.

- Saturación de partículas suspendidas y gases en la atmósfera durante la construcción. En la etapa de preparación del sitio y construcción, se podría ver afectada la calidad perceptible del aire por emisión de polvo por el movimiento y transporte de materiales (que se buscará mitigar con las medidas establecidas), así como también de gases contaminantes por la combustión de la maquinaria que se usará para la etapa de construcción, por lo tanto, se refiere a un impacto puntual y temporal; con las medidas de mitigación que se presentan en el siguiente capítulo se espera que el impacto sea irrelevante.
- Disturbio sonoro por circulación vehicular. Se considera el incremento de emisión en ruido en la etapa de preparación de sitio, construcción y operación, ya que el número de vehículos que transitarán por dicha actividad se verá incrementado de manera temporal en la zona. Este impacto residual es de importancia moderada y será permanente por la circulación del ferrocarril una vez terminado el proyecto.
- Disturbio sonoro por el uso de maquinaria. A lo largo de las etapas de preparación y construcción se generará ruido por la maquinaria a utilizar, esto podría afectar a los pobladores que viven o trabajan en los alrededores. Este impacto es temporal.
- Los factores del componente paisaje tienen resultados muy bajos en el diagnóstico porque el paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual por intervención de actividades y asentamientos antrópicos; por lo tanto, la instalación del proyecto tendrá un impacto residual permanente e irrelevante.

## V.8 Conclusiones

Con base en la normatividad nacional vigente se puede concluir que es un proyecto que no se contrapone con ningún ordenamiento jurídico, que, por el contrario, el desarrollo de proyectos de esta índole garantiza el desarrollo nacional encaminándolo hacia la sustentabilidad.

Con base en el análisis del Sistema Ambiental y de acuerdo a la identificación y evaluación de los impactos que serán generados por el proyecto, los cuales se encuentran descritos en el presente capítulo y en concordancia con las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos se comprueba la viabilidad ambiental del proyecto, ya que una vez evaluados los impactos negativos identificados se clasificaron como "Irrelevantes" y "Moderados".

De forma similar, los impactos positivos se clasificaron en "Moderados" debido principalmente a los empleos que serán generados y a todas las medidas de prevención y seguridad que son parte fundamental del proyecto y que buscan salvaguardar la integridad de la población y de sus bienes.

El Promovente se encuentra comprometido con el medio ambiente por lo que tiene toda la disposición de cumplir a cabalidad la legislación y normatividad ambiental aplicable, así como cada una de las disposiciones que establezca la autoridad en materia de impacto ambiental en el resolutivo de este estudio.

Finalmente, y con base en lo descrito previamente, *se recomienda la autorización* en materia de *Impacto Ambiental* del proyecto, todo bajo el cumplimiento de los términos y requerimientos que establezca la autoridad y la aplicación oportuna y adecuada de las medidas de prevención y mitigación incluidas en el Capítulo VI presente documento.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CAPÍTULO VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 116

VI.1	Programa de Manejo Ambiental.....	116
VI.1.1	Objetivo .....	116
VI.1.2	Descripción de las medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental .....	116
VI.2	Seguimiento y control (monitoreo) .....	125
VI.2.1	Objetivos y acciones específicas .....	125
VI.2.2	Alcances.....	126
VI.2.3	Estrategia para el cumplimiento de medidas propuestas.....	126
VI.2.4	Indicadores de efectividad, eficacia y eficiencia .....	127
VI.2.5	Concientización ambiental y capacitación para personal .....	128
VI.2.6	Reportes internos e Informes para autoridad .....	128
VI.3	Información necesaria para la fijación de montos para finanzas.....	129

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI-1.	FICHA A. Medidas generales para el proyecto .....	117
Tabla VI-2.	FICHA B. Medidas y/o estrategias para el componente agua. ....	118
Tabla VI-3.	FICHA C. Medidas y/o estrategias para el componente suelo, agua y geomorfología... ..	119
Tabla VI-4.	FICHA D. Medidas y/o estrategias para el componente aire. ....	121
Tabla VI-5.	FICHA E. Medidas y/o estrategias para el componente paisaje y flora. ....	122
Tabla VI-6.	FICHA F. Medidas y/o estrategias para el componente fauna. ....	123
Tabla VI-7.	FICHA G. Medidas y/o estrategias para el componente socioeconómico. ....	123
Tabla VI-8.	Hoja de descripción de indicador de Efectividad .....	127

## CAPÍTULO VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

---

A partir de la identificación y evaluación de los Impactos Ambientales realizados en el Capítulo V y con base en los impactos negativos, es necesario proponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación a ser implementadas durante todas las etapas del proyecto.

Las medidas para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales que generará el proyecto, son pieza fundamental para hacer viable el proyecto. Las medidas propuestas son el resultado del análisis integral realizado al proyecto, en base a las disposiciones establecidas en la Normatividad Ambiental Mexicana para cada uno de los factores ambientales. Con base en lo anterior, cada medida sugerida tiene el objetivo de prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales de los cuatro subsistemas (físico, biótico, abiótico y socioeconómico).

Asimismo, se consideraron las disposiciones que, en materia ambiental señalan las instancias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. Las medidas preventivas y de mitigación tienen la finalidad de prevenir y/o reducir al máximo la generación de impactos ambientales adversos por la puesta en marcha del presente proyecto que evitarán alteraciones adicionales con respecto a la condición base de los ecosistemas.

La correcta ejecución de las medidas de prevención y mitigación, contribuirán en la minimización de los impactos generados, por lo cual, se implementarán en todo momento durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, para llevar a cabo la ejecución de las medidas de prevención y mitigación que se realizaran para el proyecto se elaboró el siguiente **Programa de Manejo Ambiental (PMA)**, en donde se identificarán las estrategias y se programarán las medidas a seguir para: prevenir y/o reducir, los impactos ambientales derivados del proyecto a través de cada etapa o fase de desarrollo. Cabe mencionar, que la etapa de abandono del sitio no se contempla como una opción, sin embargo, en caso de que llegará a suceder, se llevarán a cabo todas las disposiciones que la autoridad establezca para tal efecto.

### VI.1 Programa de Manejo Ambiental

#### VI.1.1 Objetivo

El presente programa de manejo ambiental se elabora para ejecutar todas las medidas establecidas para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales que se generaran a lo largo del desarrollo del proyecto.

Con la finalidad de minimizar los impactos ambientales generados por la construcción del Proyecto, se considera una serie de medidas preventivas y de control que deben ser aplicadas para lograr una ejecución ambiental adecuada de las obras.

#### VI.1.2 Descripción de las medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

##### VI.1.2.1 Clasificación de las medidas

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, establece en su artículo 3° fracciones XIII y XIV cuáles son los tipos de medidas existentes para controlar impactos.

*"XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente;*

*XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas."*

Una vez que los impactos ambientales asociados a la ejecución del proyecto han sido evaluados correctamente, y que con base en dicha evaluación ha sido posible identificar cuáles son los impactos negativos acumulativos y residuales, entonces resulta necesario proponer medidas de prevención y en su caso, de mitigación, mismas que precisamente permitan controlar de manera efectiva tales impactos.

Estas medidas se plantean con base en el conocimiento profundo de las características que se prevé tendrán los impactos que se generarán en cada una de las etapas del proyecto. La correcta previsión de las características de los impactos necesariamente deriva de un adecuado proceso de evaluación de los mismos, y constituye la clave para establecer medidas que resulten efectivas en relación con el control de los mismos y que permitan obtener resultados concretos en ese sentido.

A continuación, se proponen medidas de prevención y/o mitigación para cada una de las acciones del proyecto en las que se prevé ocurrirán impactos ambientales. Estas medidas son específicas para cada uno de los rubros ambientales que se verán afectados con la ejecución de dichas acciones.

#### *VI.1.2.2 Identificación y clasificación de impactos*

Debido a las actividades que se han de realizar, se prevé que sean las etapas de preparación del sitio y construcción el periodo donde tendrán lugar la mayoría de los impactos detectados, por lo que se requiere de la implementación y aplicación de una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales son descritas a continuación.

A continuación, se describen de manera puntual, las medidas por componente propuestas para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto.

*Tabla VI-1. FICHA A. Medidas generales para el proyecto*

FICHA A		Medidas para el componente AGUA			
Etapa:		Preparación del sitio y construcción y Operación y Mantenimiento			
IMPACTOS	CLASIFICACIÓN			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
Impactos generales durante todo el desarrollo del proyecto.	x			A.1	El Promovente deberá llevar a cabo la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente apartado, a través de un responsable experto en la materia el cual deberá dar seguimiento al cumplimiento de cada medida y proponer aquellas adicionales que considere adecuadas.
	x			A.2	Se desarrollará e implementará el Programa de Vigilancia Ambiental que se describe posteriormente que permitirá el monitoreo, seguimiento y evaluación puntual de la

FICHA A		Medidas para el componente AGUA			
Etapa:	Preparación del sitio y construcción y Operación y Mantenimiento				
IMPACTOS	CLASIFICACIÓN			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
					implementación de las medidas expuestas en el presente estudio
	x			A.3	Durante todo el desarrollo del proyecto, todos los trabajadores utilizarán el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado y en cumplimiento con los lineamientos legales aplicables.
Abreviaturas: Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación					

### VI.1.2.3 Componente agua

Tabla VI-2. FICHA B. Medidas y/o estrategias para el componente agua.

FICHA B		Medidas para el componente AGUA			
Etapa:	Preparación del sitio y construcción				
IMPACTOS	CLASIFICACIÓN			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
Modificación a la calidad del agua	x			B.1	Se contratará a una empresa que instale sanitarios portátiles tipo Sanirent® y les dé un mantenimiento continuo. El agua generada y los residuos sólidos generados serán recolectados por la empresa contratista quien se hará cargo de su adecuado manejo.
Interrupción de escurrimientos			x	B.2	Como parte del proyecto no se incluye la modificación ni ampliación de las obras de drenaje que ya se tiene en la vía existente, sin embargo, la acumulación de residuos podrían afectar temporalmente los escurrimientos, por lo cual, se colocarán señalamientos restrictivos en los escurrimientos temporales que interceptan el área del proyecto a fin de impedir la disposición de residuos provenientes de la ejecución del proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción.
Abreviaturas: Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación					

VI.1.2.4 Componente suelo, agua y geomorfología

Tabla VI-3. FICHA C. Medidas y/o estrategias para el componente suelo, agua y geomorfología

FICHA B Medidas para el componente SUELO, AGUA y GEOMORFOLOGÍA					
Etapa	Preparación del sitio y construcción				
IMPACTOS	CLASIFICACION			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
Modificación de las características fisicoquímicas del suelo Modificación a la calidad del agua	x			C.1	Para evitar la afectación a cualquier otra superficie que no esté contemplada dentro del proyecto, así como de individuos faunísticos y flora, se delimitará adecuadamente el trazo previo al inicio de las actividades.
	x			C.2	Queda estrictamente prohibido verter cualquier tipo de líquido contaminante al suelo o agua (cualquier cuerpo de agua). Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el vertimiento accidental de cualquier tipo de material o sustancia contaminante.
Incremento de la erosión en el suelo	x			C.3	La erosión del suelo es un proceso natural que se ve acelerado por las actividades antropogénicas, en el caso del proyecto, se utilizará el material producto del despalme en la línea perimetral del derecho de vía del proyecto con la finalidad de favorecer la estructura del suelo y así que fomentar el establecimiento de vegetación herbácea contribuyendo a la pronta fijación del suelo del sitio.
Pérdida de la fertilidad			x	C.4	Para evitar la pérdida de la fertilidad se usará el material obtenido de las actividades de desmonte y despalme como estrategia ya que este material contiene semillas que favorecerán el crecimiento de las plantas de tipo gramíneas como las que se localizan en áreas cercanas al proyecto.
Modificación de las características fisicoquímicas del suelo Modificación a la calidad del agua	x			C.5	Para evitar o prevenir la contaminación por residuos en el sitio, se capacitará tanto al supervisor de obras como al personal implicado en el desarrollo de las obras del proyecto, para que estos estén informados sobre el manejo y disposición adecuados de los residuos que se generen. Esta capacitación se realizará por medio de una plática de capacitación donde se incluirá información sobre la correcta separación de los residuos.
Generación de residuos sólidos	x			C.6	En el sitio del proyecto se colocarán contenedores rotulados, estratégicamente ubicados, para la disposición de los

FICHA B		Medidas para el componente SUELO, AGUA y GEOMORFOLOGÍA			
Etapa	Preparación del sitio y construcción				
IMPACTOS	CLASIFICACION			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
urbanos, de manejo especial y peligrosos					residuos sólidos urbanos, estos deberán ser como mínimo dos (uno para orgánicos y otro para inorgánicos), y se dispondrán de acuerdo al programa de recolección de residuos propuesto por el Gobierno Municipal.
	x			C.7	Se garantizará un servicio de colecta periódica de los residuos para evitar la acumulación de los mismos en el sitio, y se realizarán brigadas de limpieza continua de forma que garanticen la limpieza durante las actividades del proyecto.
	x			C.8	Aquellos residuos peligrosos que pudieran generarse durante las actividades del proyecto serán almacenados momentáneamente (por un periodo no mayor a 6 meses) en contenedores con tapa hermética, adecuados a las características el residuo y debidamente etiquetados. Posteriormente, su recolección y tratamiento o disposición final debe realizarse a través de empresas autorizadas para esto
Modificación de las características fisicoquímicas del suelo			x	C.9	En el caso extraordinario de que se presente algún suceso no previsto y exista suelo contaminado debido a los trabajos de cualquier etapa del proyecto, se deberá proceder a la remediación del suelo conforme a la normatividad aplicable y disponer de los residuos como peligrosos
Uso de recursos pétreos		x		C.10	En caso de requerirse, se utilizará material únicamente de Bancos de materiales autorizados.
<b>Abreviaturas:</b> Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación					

VI.1.2.5 Componente aire

Tabla VI-4. FICHA D. Medidas y/o estrategias para el componente aire.

FICHA C		Medidas para el componente AIRE			
Etapa	Preparación del sitio y construcción				
IMPACTOS	CLASIFICACION			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
Incremento en los niveles de ruido	x			D.1	No sobrepasar los límites establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido y cumplir en todo momento los horarios de trabajo de acuerdo a la (horarios diurnos, preferentemente con horarios matutinos para evitar perturbar a la comunidad aledaña al sitio).
Generación de polvos		x		D.2	Para prevenir y reducir el aumento en la generación de partículas suspendidas, se realizará una serie de acciones como: -Cubrir el material de construcción con lonas que eviten la dispersión de las partículas pequeñas de los materiales. -Humedecer con agua tratada continuamente el área de construcción para evitar levantamiento de polvo. -Cuando el material de construcción sea transportado al área de trabajo, los vehículos que realicen el transporte cubrirán la carga para evitar la dispersión de partículas durante el traslado.
Emisión de contaminantes atmosféricos		x		D.3	Verificar que se le brinde servicio y mantenimiento adecuado a todos los vehículos, maquinaria y equipos utilizados en todas las actividades del proyecto, a través de los documentos de verificación vehicular, reportes de servicio o mantenimiento de las unidades, que aseguren su óptimo funcionamiento.
		x		D.4	Verificar el cumplimiento de las NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diésel
	x			D.5	Se prohíbe hacer fogatas, así como la quema de cualquier tipo de residuo y/o maleza durante cualquier etapa del proyecto.
<b>Abreviaturas:</b> Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación					

VI.1.2.6 Componente paisaje y flora

Tabla VI-5. FICHA E. Medidas y/o estrategias para el componente paisaje y flora.

FICHA E					Medidas para el componente PAISAJE Y FLORA	
Etapa	Preparación del sitio y construcción				No.	MEDIDA
IMPACTOS	CLASIFICACION					
	Pv	Mi	Co			
Modificación en la calidad escénica		x		E.1	Como se ha descrito en el Capítulo IV y V, el proyecto se localiza dentro de un Sistema Ambiental con uso de suelo agrícola y las especies actuales dentro del Área de Influencia Directa del proyecto se refieren a especies introducidas; sin embargo, se evalúan tanto la abundancia y la riqueza como parte del estudio y se propone como medida compensatoria, la plantación de individuos de la familia de las gramíneas debido a que estas son plantas que se encuentran en el área circundante del proyecto, lo que indica que se desarrollan de manera favorable en la región, además de que se evita la introducción de especies no nativas de la zona.	
Modificación del número de individuos (Abundancia)			x			
Modificación del número de especies (Riqueza)			x			
Modificación en la calidad escénica			x	E.2	El material vegetal que llegara a obtenerse y que no sea aprovechado se triturará en fragmentos pequeños para su aprovechamiento en las actividades agropecuarias circundantes.	
Modificación en la calidad escénica Modificación del número de individuos (Abundancia)		x		E.3	La instalación de los sanitarios portátiles se harán en un sitio que no ocasione ningún tipo de perturbación negativa al ambiente y/o a los pobladores cercanos y en consideración de las necesidades específicas del proyecto.	
Abreviaturas: Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación						

VI.1.2.7 *Componente fauna*

Tabla VI-6. FICHA F. Medidas y/o estrategias para el componente fauna.

FICHA E					Medidas para el componente FAUNA	
Etapa	Preparación del sitio y construcción				No.	MEDIDA
IMPACTOS	CLASIFICACION					
	Pv	Mi	Co			
Incremento en la mortalidad de organismos (Mortalidad)	x				F.1	Cabe mencionar, que durante las visitas de campo no se identificaron especies faunísticas dentro del Área de Influencia Directa del proyecto, sin embargo, previo a las actividades generales del proyecto, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento de fauna de acuerdo a las indicaciones del responsable ambiental que contemplen las características propias de las especies de fauna localizadas y en caso necesario, se llevarán a cabo acciones de reubicación en áreas similares a las de la extracción supervisadas por el responsable ambiental.
Extracción ilegal de organismos	x				F.2	Queda estrictamente prohibida la captura de ejemplares de fauna silvestre que pudieran encontrarse en el sitio para ser utilizados como mascotas o cualquier otro tipo de uso. En este sentido, se realizarán pláticas de concientización e informativas que deberán incluir el aviso al personal sobre ésta regla y las consecuencias de su incumplimiento.
Abreviaturas: Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación						

VI.1.2.8 *Componente socioeconómico*

Tabla VI-7. FICHA G. Medidas y/o estrategias para el componente socioeconómico.

FICHA F					Medidas para el componente SOCIOECONÓMICO	
Etapa	Preparación del sitio y construcción				No.	MEDIDA
IMPACTOS	CLASIFICACION					
	Pv	Mi	Co			
Alteración del medio socioeconómico	x				G.1	<p>Será primordial la contratación de los lugareños provenientes de comunidades cercanas para incentivar fuentes de trabajo locales.</p> <p>La presencia de personal para trabajar en el área dará oportunidad a la creación de empleos que en mayor medida serán temporales y en menor proporción empleos permanentes, vinculados directamente con el proyecto como mano de obra; además de que de manera indirecta el comercio como las tiendas o la creación de puestos de</p>

FICHA F		Medidas para el componente SOCIOECONÓMICO			
Etapa	Preparación del sitio y construcción				
IMPACTOS	CLASIFICACION			No.	MEDIDA
	Pv	Mi	Co		
					comida se verá favorecido, incrementando y creando fuentes de empleo.
Actividades económicas	x			G.2	Las actividades comerciales serán incrementadas localmente mediante el uso constante de tiendas de abarrotes y comercios locales (alimentos) que brinden servicios básicos a los trabajadores; además de manera local el flujo de mercancías será más eficiente y menos costoso.
<b>Abreviaturas:</b> Pv- Prevención Mi- Mitigación Co- Compensación					

Cabe mencionar, que, durante las etapas de operación y mantenimiento, la actividad principal se refiere a las acciones de mantenimiento, por lo cual se proponen las siguientes medidas generales:

- Todos los trabajadores deberán utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado y en cumplimiento con los lineamientos legales aplicables.
- Todos los residuos generados deberán manejarse adecuadamente y conforme a los requerimientos establecidos por la autoridad competente de acuerdo a la clasificación a la que pertenezcan.

No se prevé la etapa de abandono del sitio como una opción, pero en caso de que suceda, se compensará la afectación al paisaje con la restauración ecológica del área del proyecto, beneficiando la apreciación visual, así como el enriquecimiento del sitio en cuestión de especies vegetales, considerando para ello los tiempos en que se restablecen los ecosistemas, sobre todo para llegar a una condición primaria aceptable; además de todas las disposiciones que establezca la autoridad.

Las medidas de prevención, mitigación que han sido propuestas previamente comprenden todas las acciones identificadas que deben realizarse para minimizar los impactos negativos que el proyecto pueda tener en su entorno, esto incluye acciones sobre los componentes ambientales tales como agua, suelo, flora, fauna y geomorfología, así como al componente socioeconómico.

De tal forma que, para asegurar el monitoreo de la implementación de estas medidas se deberá contar con un supervisor o responsable ambiental, el cual se encargará de desarrollar, dar seguimiento y vigilar el cumplimiento de cada una de las actividades propuestas en el documento mediante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental descrito a continuación.

Cabe mencionar, que todas estas medidas se han planteado con base en un profundo conocimiento de las características que se prevé tendrán los impactos que se generarán en todas las etapas del proyecto, lo que constituye la clave para establecer medidas que resulten efectivas con relación al control de los mismos y que permitan obtener resultados concretos.

En caso de suceder algún tipo de impacto no previsto, el supervisor ambiental tendrá la responsabilidad de desarrollar y ejecutar medidas apropiadas que mitiguen o compensen el impacto generado

## VI.2 Seguimiento y control (monitoreo)

Se dará seguimiento y control continuo con el objetivo de llevar a cabo todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación en tiempo y forma, documentando toda la evidencia posible. Se realizará un **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** que deberá estar a cargo de personal técnico especializado, el cual supervisará el desarrollo de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio.

### VI.2.1 Objetivos y acciones específicas

La supervisión ambiental del proyecto se contempla como la herramienta de verificación directa de las medidas planificadas y gestionados de acuerdo con lo descrito previamente, y se basa en los siguientes objetivos:

- a) Vigilar el cumplimiento estricto de las disposiciones legales vigentes y aplicables al proyecto,
- b) Supervisar la ejecución del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo.
- c) Evaluación de efectividad, eficacia y eficiencia de programas propuestos en el Programa de Manejo Ambiental del proyecto.

Las acciones específicas para alcanzar estos objetivos son las siguientes:

- **Cumplimiento de obligaciones ambientales.**

Verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto haciendo énfasis en las condicionantes determinadas por la autoridad en caso de ser autorizado el proyecto; así como las consideradas en la presente MIA-P.

- **Supervisión del proceso constructivo y de operación.**

Establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la etapa de construcción y su seguimiento con los contratistas de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas, dando especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales que aseguren la menor afectación ambiental.

La tabla de integración de impactos ambientales y medidas constituye la síntesis integrada de las acciones, medidas y compromisos que se establecen para el manejo y mitigación de los impactos ambientales previstos con la implementación del proyecto. En ella se vinculan dichos impactos con las acciones para mitigarlos o manejarlos, en el marco de operación del Programa de Manejo Ambiental planteado para el proyecto.

La implementación de dicho Programa representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del proyecto otorgándole la viabilidad ecológica necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

#### VI.2.2 Alcances

El Programa de Vigilancia Ambiental se enfocará en los siguientes puntos:

- Protección a la calidad del aire
- Protección al recurso edáfico y al recurso hídrico.
- Protección al medio socioeconómico.
- Eficacia de las medidas, corrección, y, en caso de detectarse un impacto no previsto aplicación oportuna de medidas correctivas.

#### VI.2.3 Estrategia para el cumplimiento de medidas propuestas

##### a) Responsables

Aunque todos los involucrados tendrán distintas actividades a lo largo del desarrollo del proyecto, ante la autoridad, el único responsable directo del cumplimiento adecuado y oportuno de las medidas establecidas en el presente estudio de Impacto Ambiental y de aquellas adicionales establecidas por la autoridad, será el Promovente, quien de forma directa o a través de un tercero capacitado, deberá dar cumplimiento a los requerimientos, así como a la recopilación de evidencia suficiente que demuestre la implementación de todas las acciones necesarias para evitar afectaciones ambientales, esto último podrá realizarse a través de memorias fotográficas, formatos, reportes internos, entre otros, que servirán como instrumentos de monitoreo.

##### b) Monitoreo en campo

Un Responsable o Supervisor Ambiental designado, debidamente capacitado y con experiencia, será el encargado de verificar en campo la correcta aplicación de las medidas propuestas en este capítulo del presente estudio. Éste, además, tendrá la responsabilidad de coordinar y vigilar la implementación de las acciones, además de proponer medidas correctivas para aquellos impactos que no hayan sido previstos anteriormente.

La vigilancia se propone mediante visitas de seguimiento y el llenado del Formato **F1. Monitoreo de Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación** (se puede consultar como Anexo), sin embargo, esto puede ser modificado por el Responsable para dar cumplimiento a todos los requerimientos. El formato propuesto utiliza como base las fichas técnicas descritas previamente, las cuales describen de forma clara y ordenada todas las medidas propuestas, éstas se encuentran enumeradas con el objetivo de facilitar su identificación y monitoreo.

La supervisión dependerá de cada impacto, ya que las medidas propuestas han sido diseñadas en función de cada uno de éstos, de modo que la periodicidad de las visitas dependerá de la intensidad de cada uno de ellos. El Responsable/Supervisor Ambiental será el encargado de establecer la prioridad de cada medida y la periodicidad de monitoreo de cada una de ellas.

Ante la detección de incumplimientos, durante las visitas de seguimiento, el Responsable/Supervisor Ambiental deberá establecer una fecha para una segunda verificación, asesorar en el momento y

previo a la segunda visita con propuestas de mejoramiento, y en caso de reincidencia, deberá notificar al Promovente, quien deberá establecer las sanciones administrativas pertinentes.

**c) Aplicación de medidas correctivas ante impactos no previstos**

Como parte fundamental de las visitas de seguimiento, el responsable ambiental deberá estar atento a la posible aparición de impactos no considerados, con el fin de poder implementar las medidas correctivas pertinentes; para ello, llevará a cabo la notificación al Promovente y señalará la estrategia a seguir para dar pleno cumplimiento a todos los requisitos aplicables y/o establecidos por la autoridad.

**VI.2.4 Indicadores de efectividad, eficacia y eficiencia**

El Responsable/Supervisor Ambiental realizará una medición de la efectividad, eficiencia y eficacia para evidenciar el cumplimiento de las medidas propuestas en el Programa de Manejo Ambiental, así como los términos y condicionantes que establezca en su caso la autoridad ambiental en la resolución correspondiente para el proyecto. Esto servirá para evidenciar el nivel de cumplimiento o desviación respecto a las obligaciones ambientales y detectar áreas de mejora que permitan mejorar, sustituir o bien eliminar medidas preventivas y de mitigación. La tabla siguiente describe la información necesaria para el cálculo del **indicador de efectividad**.

*Tabla VI-8. Hoja de descripción de indicador de Efectividad*

<b>Indicador de Efectividad</b>	
<b>Nombre del indicador</b>	Efectividad de acciones
<b>Descripción</b>	Relación de lo ejecutado contra lo programado
<b>Objetivo del indicador</b>	Cumplir con la ejecución de todas las acciones (prevención y mitigación)
<b>Fórmula de cálculo</b>	$RA = \frac{\text{Acción ejecutada}}{\text{Acción programada}} \times 100$
<b>Unidad de medición</b>	Porcentaje
<b>Categoría del Indicador</b>	Cumplimiento, Respuesta
<b>Resultado Esperado (RE)</b>	100 %
<b>Fuentes de información</b>	MIA-P, resolutivo
<b>Limitaciones</b>	Informes incompletos Problemas de visita técnica

El **indicador de eficacia** permite identificar el grado de cumplimiento de la medida, es decir, cuántos de los resultados esperados fueron alcanzados. Su cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$IF = (RA/RE) \times 100$$

Donde:

**IF** = Indicador de Eficacia.

**RA** = Resultado Alcanzado (el cual está indicado en la tabla anterior).

**RE** = Resultado Esperado

Por su parte, el **indicador de eficiencia** de ejecución, se calcula como se muestra a continuación:

$$IFE = (CEP/CAEP) \times 100$$

Dónde:

**IFE** = Indicador de Eficiencia de Ejecución.

**CEP** = Costo de Ejecución del Programa.

**CAEP** = Costo Asignado para la Ejecución del Programa.

De manera inicial, se propone el cálculo de estos indicadores, sin embargo, el Responsable/Supervisor Ambiental podrá proponer otros indicadores, de acuerdo a lo que considere necesario.

#### VI.2.5 Concientización ambiental y capacitación para personal

Se realizarán pláticas de concientización a todo el personal involucrado con el objetivo de incrementar el nivel de conciencia social respecto a los recursos naturales. Los temas mínimos que deberán ser abordados son:

- Manejo adecuado de residuos (incluyendo los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos).
- Contaminación del recurso hídrico y edáfico.

Durante las pláticas de concientización y capacitaciones, se incentivará la Denuncia Responsable, esto se refiere a motivar a todo el personal a reportar, de forma anónima si así lo prefieren, situaciones que comprometan la seguridad del personal y/o cualquier tipo de afectación ambiental. Una propuesta para realizar esto es mediante el depósito de la denuncia en un buzón o a través del aviso directo al Responsable Ambiental.

#### VI.2.6 Reportes internos e Informes para autoridad

Se propone la presentación de reportes de las actividades que se realicen por parte del Responsable/Supervisor Ambiental ante los coordinadores del proyecto, todo esto como parte de las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental.

Se deberá detallar en el reporte las actividades realizadas, así como las acciones implementadas y los hallazgos adicionales que pudieron detectarse. También se deberá llevar un registro fotográfico, el llenado de los formatos y bitácoras, así como de todo lo indispensable que documente la implementación oportuna de las medidas de mitigación.

También será actividad del Responsable Ambiental la realización y presentación de los informes solicitados por la SEMARNAT desde la fecha de aprobación del proyecto, hasta el término del periodo autorizado, así como el seguimiento durante el periodo de tiempo que la autoridad determine.

### VI.3 Información necesaria para la fijación de montos para finanzas.

Se detallará el monto por la realización de las obras de mitigación del impacto ambiental generado por el establecimiento del proyecto, el cual se incluirá en la partida presupuestal para la ejecución del proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

.....	131
VII.1 Descripción y análisis del escenario SIN proyecto .....	131
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto SIN medidas de mitigación.....	132
VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto CON medidas de mitigación.....	133
VII.4 Pronóstico ambiental.....	134
VII.5 Evaluación de alternativas .....	135
VII.6 Conclusiones.....	135

## CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

---

En este apartado se analizan los posibles contextos de la región bajo estudio, considerando como primer escenario el sitio sin proyecto, seguido de otro escenario en el cual se analice el proyecto omitiendo la implementación de las medidas de mitigación y un último escenario con la ejecución del proyecto y sus medidas de mitigación. Con la construcción de estos escenarios es posible analizar y proyectar las condiciones ambientales del sistema bajo las tendencias y presiones de cambios actuales.

Un pronóstico es una predicción de lo que puede suceder o se puede esperar, son premisas en las que se basan la planeación y la toma de decisiones; es decir, una estimación anticipada del valor de una variable.

Para realizar las proyecciones es necesario conocer las condiciones de línea base del sistema ambiental; es decir, la calidad de cada uno de los componentes (descritos en el Capítulo IV), los impactos que se generarán con el establecimiento del proyecto (Capítulo V) y lo esperado en presencia y ausencia de medidas preventivas y de mitigación propuestas (descritas en el Capítulo VI). Cabe mencionar, se realiza la evaluación del escenario sin la implementación de las medidas de prevención y mitigación como parte del desarrollo del presente capítulo; sin embargo, en todo momento se implementarán las medidas establecidas en el Capítulo VI.

### VII.1 Descripción y análisis del escenario SIN proyecto

#### Escenario 1.

Sin el establecimiento de las obras que conlleva el proyecto, el Sistema Ambiental seguirá la misma tendencia que presenta hoy en día, donde la mayoría del territorio del SA y por ende del Área de Influencia Directa (AID) es una zona donde predomina el uso agrícola.

El SA seguirá el uso de suelo que presenta actualmente; toda vez que los procesos de cambio se han determinado por la dinámica de las comunidades que conforman los diferentes tipos de vegetación, que de no cambiar los procesos de trabajo y las relaciones sociales de producción que aún rigen la forma de apropiación de los recursos naturales, no se prevé ningún indicio de recuperación o rehabilitación del ambiente natural, o una condición menos deteriorada, por lo que puede asegurarse, que a corto o mediano plazo, se presentará una tendencia a profundizar más en los daños de dicho sistema.

La vegetación que se distribuye en el SA corresponde principalmente a un uso de suelo de agricultura. Actualmente la vegetación ha sido abatida hasta reducir al mínimo su área de distribución original, debido a las prácticas extensas de siembra y actividades antropogénicas, la adquisición de predios como propiedad privada ha propiciado un mosaico de áreas utilizadas para la agricultura temporal y de riego además de zonas urbanas ubicadas en la región, cabe señalar que de igual forma, como parte de los usos que guarda el sistema se encuentra el destinado para el desarrollo urbano, que no refleja una dinámica urbana intensa o acentuada, debido a que se encuentra en etapa de crecimiento; mismo que de llevarse a cabo conforme a programas o planes de desarrollo creados e implementados en un futuro, tendrán un progreso ordenado en el mejor de los escenarios; no obstante, es posible que las actividades actualmente existentes sigan representando la dominancia del uso de suelo en la zona.

Considerando de manera general el medio biótico, es preciso señalar que el mismo ha sufrido afectaciones a lo largo del tiempo, debido a las diversas actividades antropogénicas, lo que ha originado una pérdida desmedida de la cobertura vegetal natural y por ende una disminución en la abundancia de especies tanto de flora como de fauna silvestre, éstos últimos siendo obligados a desplazarse hacia otros sitios en busca de nuevos hábitats.

En concordancia con lo anterior, de no cambiar los procesos productivos que aún rigen la forma de apropiación de los recursos naturales, no se prevé ningún indicio de recuperación o rehabilitación del ambiente natural preponderante en el SA, a una condición menos deteriorada, y con las premisas anteriores, se puede asegurar que, en un futuro, a corto y mediano plazo, se presentará una tendencia a profundizar los daños presentes en los diversos factores de la región.

Por lo cual, es preciso señalar que dadas las actividades que actualmente se desarrollan en el Sistema Ambiental, los atributos del clima, aire y la geología no han presentado variaciones significativas en las últimas décadas.

El incremento de la población de la región ha propiciado la expansión de las zonas urbanas y consigo la demanda de los servicios que satisfagan las necesidades de los pobladores. En el SA se presentan vías terrestres de comunicación como son carreteras, caminos rurales y vías férreas. En las zonas urbanas se cuentan con todos los servicios básicos; sin embargo, en localidades rurales algunos como son agua potable y drenaje no se encuentran para todos. Se esperaría que aumenten las actividades económicas, asimismo, la afluencia de nuevos residentes en ésta zona y el uso de vehículos con motor de combustión interna se incrementa, originando a futuro ciertas complicaciones viales debido al flujo vehicular de las zonas aledañas, aumentando los tiempos de traslado.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto SIN medidas de mitigación

### Escenario 2.

Representa el caso en el cual se establece el proyecto, pero donde no se implementan las medidas de prevención y mitigación establecidas en el Capítulo VI; afectando una superficie mayor a la necesaria para el proyecto, incrementando el nivel que pudiera acumularse con la contaminación a los factores ambientales existentes del suelo, agua, aire y paisaje. De esta manera, el proyecto aceleraría el deterioro de la calidad que presenta actualmente el SA.

La ejecución del proyecto ocasionará evidentes impactos ambientales locales de nivel moderado en su mayoría, pero cuya trascendencia en el SA podría ser mitigada con las medidas apropiadas de cuyo caso se hablará en el siguiente escenario y que representa en todo momento el escenario a ser implementado por el Promovente.

Al no cumplir con las medidas de mitigación de impactos ambientales negativos, para el rubro aire, se generarán emisiones de polvos, así como de contaminantes a la atmósfera, aunado a la generación de ruido, al ser una actividad con un horario de operación constante; en cuanto a las características físicas y químicas del suelo, éste se verá afectado dado el manejo inadecuado de los residuos; respecto al factor hidrológico podría verse afectado en caso de una infiltración de aguas residuales de tipo sanitarias o por la mala disposición de diversos residuos generados, la flora tendrá una afectación inmediata, dado el desmonte de la escasa vegetación en el AID del proyecto que presente algún estrato a remover y por ende se disminuirá la cobertura y la abundancia de individuos debido a que la falta de limitación adecuada del área. Para el rubro fauna, se presentaría la extracción ilegal de individuos de fauna silvestre si llegaran a presentarse en el AID del proyecto (que, aunque con muy

pocas probabilidades de todos modos se considera como un posible impacto en caso de presencia de algún organismo). Además, de no llevarse a cabo un manejo adecuado de los residuos provenientes de la ejecución del proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción, la acumulación de éstos podría afectar por periodos de tiempo largos o indefinidos los escurrimientos.

Como se ha venido mencionando, los servicios ambientales que actualmente proporcionan los elementos que conforman ese ambiente disminuirán, no obstante, dentro del AID no se encontraron predios en los cuales se haya identificado superficie con cobertura forestal. Cabe puntualizar que en caso de no llevarse a cabo medidas que prevengan y mitiguen los impactos ambientales en la zona, el proceso de urbanización y la acumulación de impactos negativos debido al proyecto fomentan la aceleración del desgaste de suelos, incremento en la emisión de partículas a la atmósfera y la generación de un mayor volumen de residuos sólidos sin un programa que controle dichos impactos adversos, lo que ocasionaría riesgos para la comunidad local, la vida silvestre y otros recursos biológicos, resultando como un escenario muy negativo a largo plazo.

### VII.3 Descripción y análisis del escenario con proyecto CON medidas de mitigación

#### Escenario 3.

Representa el proyecto con la implementación estricta de las medidas de prevención y mitigación que disminuyan los posibles impactos de las actividades que se llevarán a cabo en cualquiera de las etapas del proyecto.

El proyecto tendrá en su mayoría impactos directos los cuales son susceptibles de prevenirse y/o mitigarse mediante la estricta implementación de las medidas de prevención y mitigación que se mencionan en el Capítulo VI del presente documento. De la misma forma, las medidas de prevención y mitigación propuestas contribuirán a la viabilidad ambiental y disminuirán en lo mayor posible el alcance de los impactos residuales del proyecto durante sus distintas fases.

Los impactos detectados específicamente para la zona del proyecto, pueden ser compensados al delimitar claramente los límites del proyecto, con la finalidad de evitar remoción de suelos y vegetación innecesarios, esto mediante la delimitación de las zonas donde se ejecutará el proyecto, además, en caso de presencia de cualquier individuo faunístico, se llevarán a cabo las actividades de rescate y reubicación adecuadas de acuerdo a la especie, previamente y durante las actividades que implica el desarrollo del proyecto. Para evitar algún impacto ambiental sobre el recurso hídrico, se implementará un plan de manejo de residuos de forma que se realice integralmente para cada tipo de residuo, además de que se verificará que las aguas sanitarias reciban un manejo adecuado por parte de la empresa que se contrate.

Para este escenario, en caso de requerirse material para las actividades de nivelación, se utilizarán únicamente insumos de Bancos de Materiales autorizados.

Considerando lo anterior; así como lo descrito en los otros capítulos, es posible señalar que el escenario del proyecto con medidas de mitigación no provocará un desequilibrio ecológico considerable en el Sistema Ambiental; tomando en cuenta que no se identificaron áreas que correspondan a zonas con cobertura forestal, por el contrario, se refieren a suelos con actividades agrícolas y asentamientos humanos. Con la debida implementación de las medidas propuestas en el

Capítulo VI del presente estudio se considera que el proyecto no comprometerá la capacidad de carga de los ecosistemas presentes en dicho sistema.

El promovente emitirá los informes solicitados de acuerdo a lo que se establezca en el resolutive dictaminado por la dependencia correspondiente, asimismo, deberá estar atento a la posible aparición de impactos ambientales no considerados con el fin de poder implementar las medidas correctivas pertinentes, esto mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental. Asimismo, deberá hacer una evaluación de la medida en que las acciones de mitigación propuestas han sido efectivas para la disminución de los impactos identificados.

#### **VII.4 Pronóstico ambiental**

Existe una constante modificación ambiental por parte de las actividades humanas que se desarrollan en la región, las cuales corresponden principalmente a zonas agrícolas y al desarrollo de asentamientos humanos. Asimismo, por dichas actividades, las condiciones naturales del suelo, flora y fauna se encuentran sumamente perturbados, por tal motivo el impacto ambiental global del proyecto presenta magnitudes bajas en la mayor parte de los factores ambientales.

De la misma manera, mediante la implementación del proyecto se generan impactos ambientales positivos en diversos factores, principalmente en el medio socioeconómico, por lo cual se promoverá el desarrollo de la infraestructura ferroviaria de la región, además de contribuir en el proyecto base que se refiere a reubicar el patio ferroviario lo que ayudará a mejorar la convivencia urbano - ferroviaria en la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa. Además de las oportunidades de empleo y la derrama económica que el proyecto generará, la calidad de vida de los habitantes se verá mejorada.

Por otro lado, cabe señalar que el proyecto es congruente con las políticas y planes de desarrollo actuales a nivel Estatal y Municipal.

Con lo que respecta al impacto ambiental manifestado en el presente documento, éste se considera mitigable debido a la magnitud de cada uno de los impactos identificados y descritos en el Capítulo V, así como por las condiciones de perturbación actuales en el SA, las cuales corresponden a una zona agrícola principalmente con zonas urbanas identificadas. Además, cabe señalar que se han establecido las medidas de prevención y mitigación correspondientes para atenuar en mayor medida cada uno de los impactos ambientales identificados

A continuación, se presentan las principales acciones de seguimiento con sus principales medidas de mitigación, sin embargo, se detallan en el Capítulo 6 del presente estudio.

Para mitigar el impacto de la generación de partículas y emisión de contaminantes producidos en su mayor parte por la maquinaria que trabajará en las obras durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizarán visitas periódicas semanales sin previo aviso a los diferentes frentes de obras, específicamente donde se localizan las fuentes emisoras, como se establece en la Programa de Vigilancia Ambiental. El propósito de estas visitas es constatar mediante la observación directa el cumplimiento de las medidas adoptadas como son:

- Riego de la superficie de la obra y/o acciones para mitigar la dispersión de las partículas.
- Vigilancia de las operaciones de carga, descarga y transporte de materiales.

Las actividades que se consideran de gran importancia para el factor ambiental del suelo, se originan durante la etapa de preparación del sitio y construcción, donde se llevará un manejo adecuado de todos los residuos generados, cumpliendo con la reglamentación y normatividad aplicable de acuerdo a la clasificación a la que pertenezcan, asimismo, se formará el expediente con los comprobantes de su adecuada disposición final. Asimismo, se deberá realizar un monitoreo periódico a los diferentes frentes de obra, las visitas se llevarán a cabo de manera previa, a fin de poder delimitar las áreas estrictamente necesarias para el desarrollo del proyecto.

Se seguirá el control de las medidas propuestas para estos factores y para el resto evaluados en el Capítulo 5; si se detectara mediante el monitoreo continuo alguna nueva afectación no contemplada a estos factores ambientales; se procederá al estudio de las mismas y a la adopción de nuevas medidas correctoras aplicables a la afectación identificada como se establece en el Programa de Vigilancia Ambiental.

### VII.5 Evaluación de alternativas

Dada la naturaleza propia del proyecto, no se consideraron alternativas, debido a que, el objetivo del mismo se refiere a actividades de elevación de nivel, renovación de vía en el derecho de vía y habilitación de conexiones con el ladero; así como la implementación de vía nueva en la plataforma existente que contribuirán a la rehabilitación del tramo para el nuevo patio ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán en el Estado de Sinaloa, lo que implica que se ubique aldaños al trazo de la línea existente, por lo que no es posible establecer otras alternativas de ubicación. Finalmente, es bueno mencionar que el proyecto planteado en este documento se encuentra dentro del DDV de la vía férrea actual y en plataformas existentes carentes de vegetación, lo que supone beneficios ambientales como la reducción del área de afectación y por lo tanto la superficie afectada por los impactos ambientales asociados al proyecto.

### VII.6 Conclusiones

De acuerdo a la evaluación ambiental realizada en el presente estudio, el proyecto tendrá impactos adversos relevantes en el ámbito local, los cuales podrán ser atenuados con la adecuada implementación de las medidas preventivas, de mitigación o compensatorias propuestas derivando en impactos de baja a moderada intensidad salvo escasos impactos con alta jerarquización, los cuales se verán atenuados dada la significancia de los impactos tomando en consideración el ámbito regional. Al analizar el escenario con proyecto y sin proyecto, se observa que la mayor parte de los impactos son directos, temporales, reversibles y/o mitigables, mientras que otros impactos tendrán carácter permanente como es el caso de las actividades de nivelación en la etapa de preparación del sitio, que forman parte inherente de las actividades a desarrollarse por la naturaleza misma del proyecto.

Las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio están enfocadas a tal objetivo y, son compromiso tácito e irrenunciable de cumplimiento por parte del promovente y concesionarios. Cabe señalar que la prevención de la contaminación debe ser un principio de gestión estratégica para la ejecución del proyecto en cuestión, para evitar o minimizar impactos ambientales ocasionados por el mismo, a la vez que promueve la eficiencia económica en el diseño y operación del proyecto; al tiempo que intensifica la optimización de tiempo para el transporte y/o traslado de productos o materias primas para las industrias que fomentan la derrama económica en el país, a la par ayuda a minimizar efectos en el ambiente circundante y previene la aparición de riesgos de largo plazo en la zona.

Finalmente, y teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se considera con suficiente certidumbre como **AMBIENTALMENTE VIABLE**, en el entendido que la viabilidad está estrechamente sujeta al cumplimiento estricto de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como de la supervisión y vigilancia que asegure su implementación y eficiencia en material ambiental, además de aquellas adicionales que la autoridad considere como necesarias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

.....	139
VIII.1 Metodología usada para delimitar el Sistema Ambiental .....	139
VIII.2 Metodología usada para la descripción del medio biótico .....	141
VIII.3 Metodología usada para la descripción de la vegetación .....	142
VIII.4 Metodología usada para la descripción de la fauna .....	145
VIII.5 Metodología usada para la evaluación del paisaje .....	145
VIII.6 Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales .....	146
VIII.6.1 Identificación de impactos ambientales .....	146
VIII.6.2 Valoración de los impactos ambientales .....	147
VIII.7 Literatura citada .....	150
VIII.7.1 Capítulo II.....	150
VIII.7.2 Ubicación del AP.....	150
VIII.7.3 Vinculación de instrumentos jurídicos.....	150
VIII.7.4 Delimitación y descripción del medio abiótico del SA .....	151
VIII.7.5 Vegetación.....	155
VIII.7.6 Fauna .....	155
VIII.7.7 Paisaje.....	155
VIII.7.8 Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII-1. Características de los atributos de la metodología. ....	147
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII-1. Uso del mapa temático sobre edafología para delimitar el SA del proyecto. ....	139
Figura VIII-2. Uso del mapa temático sobre regiones hidrológicas prioritarias para delimitar el SA del proyecto. ....	140
Figura VIII-3. Uso del mapa temático sobre carreteras para delimitar el SA del proyecto. ....	140
Figura VIII-4. Uso del mapa temático sobre límites municipales para delimitar el SA del proyecto. ....	141
Figura VIII-5. Uso del mapa temático sobre uso de suelo y vegetación para delimitar el SA del proyecto. ....	141

## CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se incluyen los datos base para la obtención de los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto "Rehabilitación de Tramo para Nuevo Patio Ferroviario del Libramiento Ferroviario de Culiacán, Sinaloa".

### VIII.1 Metodología usada para delimitar el Sistema Ambiental

El método empleado en este proyecto para delimitar el Sistema Ambiental (SA), empleando un el software Google Earth Pro 7.3, y los diferentes mapas medioambientales, socioeconómicos, culturales, administrativos y geográficos, en formato kml de INEGI y CONABIO correspondientes al estado de Sinaloa, proyectadas en coordenadas Universal Transversa de Mercator Zona 13 R. Se sobrepusieron cada uno de los mapas, y la zona alrededor del AID cuya superficie, la zona para delimitar el SA fue la más homogénea, es decir, que coincidió únicamente con una unidad de cada mapa. De esta manera, el conjunto de límites más próximos al Área del Proyecto, de las unidades tomadas en cuenta, fungen como los límites del SA. De este modo se tiene que los criterios tomados para delimitar el sistema ambiental son los que a continuación se presentan.

- Al noreste la delimitación se basó en el conjunto de datos edafológicos escala 1:250 000 Serie II, utilizando el límite de las unidades de suelo de tipo Vertisol, Feozem Háplico y Litosol (Figura VIII-2).

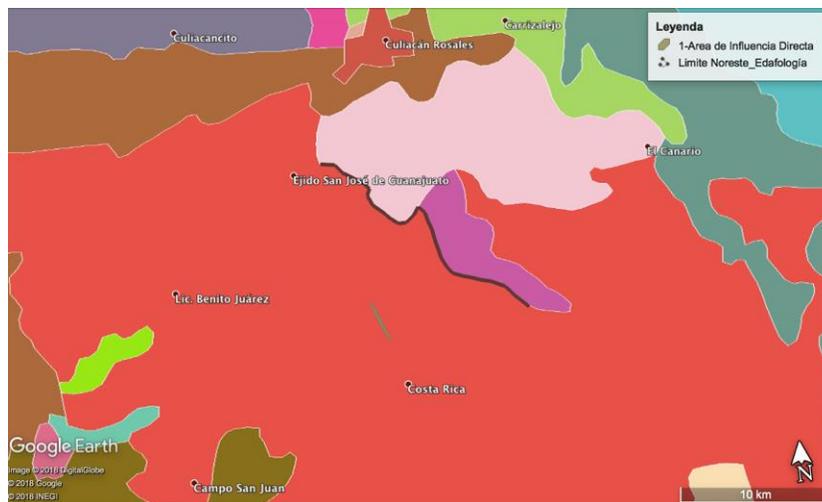


Figura VIII-1. Uso del mapa temático sobre edafología para delimitar el SA del proyecto.

- Para la zona suroeste del SA se utilizó el límite de la Región Hidrológica Prioritaria 19 "Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón", esto con base a la Regionalización del Territorio Nacional realizada por CONABIO (Figura VIII-2).



Figura VIII-2. Uso del mapa temático sobre regiones hidrológicas prioritarias para delimitar el SA del proyecto.

- La parte sur y noroeste del SA se delimitó por medio de carreteras cercanas al proyecto. La zona sur del SA se acota por medio de la Carretera 325 Independencia, mientras que la parte noroeste se definió por las carreteras Sinaloa Villa Benito Juárez – Novolato y Carretera Federal 15 D Mazatlán – Culiacán (Figura VIII-3).

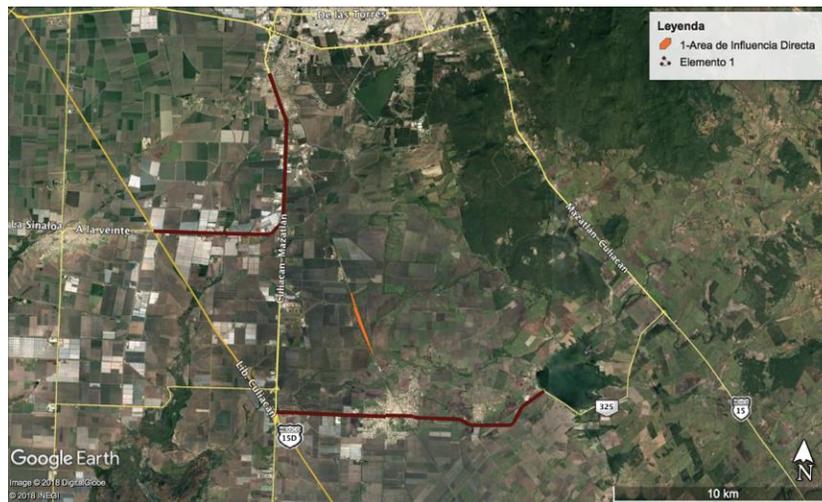


Figura VIII-3. Uso del mapa temático sobre carreteras para delimitar el SA del proyecto.

- También se utilizó una sección del límite municipal, entre los municipios de Culiacán y Novolato, para una parte del límite noreste del SA (Figura VIII-4).



Figura VIII-4. Uso del mapa temático sobre límites municipales para delimitar el SA del proyecto.

- Para la delimitación de la parte sureste del SA se utilizó la capa del Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (2016). Se utilizó el límite de un cuerpo de agua formado por un dique ubicado en la localidad de Costa Rica (Figura VIII-5).



Figura VIII-5. Uso del mapa temático sobre uso de suelo y vegetación para delimitar el SA del proyecto.

## VIII.2 Metodología usada para la descripción del medio biótico

Para llevar a cabo este tipo de estudios los cuales requieren de una evaluación de impacto ambiental, es necesario conocer y analizar las características que componen el medio físico y abiótico del lugar donde se pretende realizar el proyecto, es necesario entonces poder conocer y evaluar el mayor número de elementos posibles para así poder identificar los impactos que ocasionará la obra y poder determinar las medidas de mitigación más eficaces.

Con la finalidad de hacer un análisis adecuado, fue necesario consultar diversas fuentes bibliográficas, bases de datos oficiales (INEGI, CONABIO, CONANP, CONAGUA, IMTA, SMN, Planes Municipales de Desarrollo, Atlas de Riesgo Municipal, Instituto Geográfico Nacional y toda la Normatividad vigente que en materia ambiental se tiene) y publicaciones; con la finalidad de tener un marco de referencia dentro del SA que se estableció para el proyecto.

Los principales temas abordados en cada una de las fuentes consultadas ya sean oficiales o diversas publicaciones generadas para la zona de estudio, fueron: fisiografía, clima, geología, geomorfología, hidrología, edafología, climas, hidrogeología, así como Área Naturales Protegidas, (ANP's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Sitios RAMSAR.

### VIII.3 Metodología usada para la descripción de la vegetación

Para caracterizar la vegetación del SA y AID se realizó una revisión exhaustiva de la literatura que compila la información para el municipio de Culiacán, con el fin de elaborar listados iniciales o potenciales de la vegetación de la región. Sin embargo, como ya se mencionó en el capítulo IV, el proyecto no incide con vegetación alguna, a excepción de las especies vegetales aledañas que se llegaron a encontrar en la visita a campo, las cuales se enlistan en el capítulo antes mencionado.

#### VIII.3.1.1 Especies protegidas

Se verificó la presencia de las especies registradas en alguna categoría de riesgo según la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacional (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*) que se enuncia enseguida:

##### VIII.3.1.1.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo:

Tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Esta norma establece las siguientes categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):**

Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

- **En peligro de extinción (P)**

Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Amenazadas (A)**

Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- **Sujetas a protección especial (Pr)**

Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

#### VIII.3.1.1.2 *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)*

La UICN es la autoridad mundial en materia de conservación de la naturaleza y los recursos naturales que establece los estándares que promueven políticas de conservación de la biodiversidad. Se basa en 9 categorías, de las cuales sólo las 6 primeras se consideran como categorías para la clasificación de riesgos.

- **Extinto (EX)**

Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto.

- **Extinto en estado silvestre (EW)**

Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

- **En peligro crítico (CR)**

Un taxón está En Peligro Crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro Crítico y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" refiere a una reducción del tamaño de la población por arriba del 80 % en los últimos de 10 años o tres generaciones, mientras que el criterio "E" indica una probabilidad de extinción superior al 50 % en los últimos de 10 años o tres generaciones.

- **En peligro (EN)**

Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" para esta categoría refiere a una reducción del tamaño de su población por arriba del 70 % en los últimos 10 años o tres generaciones. El criterio "E" indica una probabilidad de extinción superior al 20 % dentro de los próximos 20 años o cinco generaciones.

- **Vulnerable (VU)**

Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre. El criterio "A" se basa en la reducción del tamaño de la población mayor al 50 % en los últimos diez años. El criterio "E" refiere a una probabilidad de extinción en estado de vida silvestre al menos del 10 % dentro de los próximos 100 años.

- **Casi amenazado (NT)**

Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.

- **Preocupación menor (LC)**

Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

- **Datos insuficientes (DD)**

Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

- **No evaluado (NE)**

Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación con los criterios antes mencionados.

**Nota:** Estas 3 últimas no se consideran categorías propiamente estados de riesgo o conservación.

#### VIII.3.1.1.3 *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)*

La CITES somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Alrededor de unas 5,000 especies de animales y 30,000 especies de plantas están amparadas por la CITES contra la explotación excesiva debido al comercio internacional. Están incluidas en los tres Apéndices de la CITES. Las especies se agrupan en los Apéndices según el grado de protección que necesiten.

- **Apéndice I**

En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.

- **Apéndice II**

En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

- **Apéndice III**

En este Apéndice se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

#### **VIII.4 Metodología usada para la descripción de la fauna**

Para la identificación de fauna se revisó exhaustivamente la literatura que compila la información para el estado de Sinaloa, con el fin de elaborar listados iniciales o potenciales de las especies de vertebrados que se podrían distribuir en la región.

#### **VIII.5 Metodología usada para la evaluación del paisaje**

La evaluación del paisaje se realizó a través de la valoración de la calidad de paisaje siguiendo la metodología propuesta por la U.S.D.A. Forest Service (1979), la cual detecta tres niveles de calidad visual de paisaje, a través de la evaluación de los componentes del sitio. Esta valoración es un método indirecto que determina el valor intrínseco de un área desde el punto de vista estético y ecológico, separando y analizando de forma independiente los factores que conforman el paisaje (Bióticos, Abióticos, Estéticos, Humanos).

Los componentes por evaluar propuestos por la USDA son: 1) Morfología o topografía, 2) Vegetación, 4) Agua, 5) Acción antrópica, 6) Fondo escénico, 7) Variabilidad cromática y 8) Singularidad o rareza.

Aunado al análisis de calidad visual, se evaluó la fragilidad visual, esta se puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones o cuando se introduce una nueva actividad en el horizonte percibible (Montoya Ayala *et al.*, 1997).

Para la determinación de la Fragilidad Visual se toman en cuenta factores biofísicos como la vegetación (densidad, diversidad de estratos, altura, estacionalidad, contraste cromático dentro de la vegetación y contraste cromático entre la vegetación y el sustrato superficial) y la topografía (pendiente y orientación-luminosidad) y factores de visualización (tamaño, forma y compacidad de la cuenca visual, y altura relativa del punto con respecto a su cuenca visual) Parrilla-Alcalá *et al.*, 2005).

La evaluación de la fragilidad visual se obtuvo mediante la fórmula de Fragilidad Visual, que se determina siguiendo la metodología propuesta por Escribano *et al.* (1987). La valorización de Escribano se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$\text{Fragilidad Visual: (FV)} = (((P+D+C+A)/4) + ((TCV+FCV+Co)/3) + (UP) + (V)) / 4$$

Donde:

P= Pendiente, D= Densidad de Vegetación, A= Altura de vegetación, TCV= Tamaño de la Cuenca Visual, FCV= Forma de la Cuenca Visual, C= Contraste suelo/roca, Co= Compacidad, UP=Unicidad de Paisaje y V= Visual.

## VIII.6 Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación y valoración de los impactos, se utilizaron dos métodos diferentes pero complementarios entre sí, dichos métodos son la Matriz de relación causa-efecto basada en la propuesta de Leopold (1971) y la metodología de evaluación de Fernández-Vítora (2000); la selección de estas metodologías se basa en la combinación de los elementos que permiten considerar cada característica particular del proyecto y evaluarla de modo individual (por factor) y de manera conjunta (por componente), a fin de identificar los puntos más vulnerables dentro de cada componente y poder establecer estrategias que minimicen los efectos que el desarrollo del proyecto podrían ejercer sobre ambientes componentes naturales y sociales. Es posible evaluar las interacciones entre todos los componentes y factores ambientales y sociales respecto a las actividades que se desarrollaran dentro de cada una de las etapas del proyecto, evaluando de manera cuantitativa los efectos de los impactos a fin de cumplir con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (adecuación conceptual y adecuación de la información, de manera total, y adecuación matemática, de manera parcial), partiendo de que se considera la totalidad de la información obtenida, facilitando así la adecuación al tipo de proyecto sobre el que versa el presente estudio

### VIII.6.1 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos que serán ocasionados por el proyecto se realizó una matriz de causa – efecto (Leopold, 1971), la cual fue elaborada de acuerdo a las etapas y actividades del proyecto previamente detectadas y a los factores que se verán impactados por efecto del desarrollo de dichas actividades, en la etapa de identificación de impactos se determinaron los siguientes puntos:

- Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos.
- Identificación de las relaciones proyecto-factores (Impacto).
- Cribado de los impactos, solo se valoran los impactos significativos.

Una vez establecida nuestra matriz, se realizó el llenado de esta con base en la presencia/ausencia de las diferentes interacciones encontradas, por lo que al final se puede distinguir cual es el factor que presenta mayor número de interacciones y en relación a que actividad y/o etapa se presentan, obteniendo un resultado ponderado por número de relaciones causa-efecto de cada componente, y con esto realizar una identificación de los impactos y sobre que componente son los más representativos, además se realiza una selección resultado con base a un criterio ponderado del número de interacciones posibles/número de interacciones, encontradas para valorar en la siguiente etapa los impactos significativos.

### VIII.6.2 Valoración de los impactos ambientales

Para realizar la valoración de impactos se aplicó la metodología de evaluación de impactos diseñada por Fernández-Vítora (2000). Esta metodología se aplica con la finalidad de analizar los impactos generados conforme a la identificación de los mismos, en la que nos permite evaluar lo siguiente:

- Evaluar numéricamente la tipología y la importancia de los impactos generados por la implementación del proyecto de acuerdo con su importancia considerando los parámetros: naturaleza (+/-), intensidad (I), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC).

Una vez evaluados los impactos esta metodología evidencia la importancia del impacto, así como su categoría (irrelevante, moderado, severo o crítico) según la importancia del impacto a fin de proponer las medidas de mitigación adecuadas y necesarias.

Una vez presentado un panorama general se puede definir como una metodología semicuantitativa ya que su valoración como se mencionó anteriormente se deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador, es por ello que cabe mencionar que esta metodología tiene un grado de subjetividad que debe considerarse; sin embargo es una metodología que incluye los atributos necesarios para hacer un diagnóstico de los posibles impactos sobre y su influencia; a continuación se definen las características de cada uno de los atributos evaluados.

*Tabla VIII-1. Características de los atributos de la metodología.*

TÉRMINO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN	
<b>Naturaleza</b>	(+) o (-)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van actuar sobre los distintos factores considerados.  Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: el cual es previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos que reflejen los efectos cambiantes difíciles de predecir.  Este carácter (x), también reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.		
<b>Intensidad (Grado de destrucción)</b>	I	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.	Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12
<b>Extensión (Área de influencia)</b>	EX	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).  Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).  En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades (+4) por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir	Puntual Local o Parcial Extenso Total Crítica	1  2 4 8 (+4)

TÉRMINO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
		medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.	
<b>Momento (Plazo de manifestación)</b>	<b>MO</b>	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_1$ ) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, es considerado a corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, será considerado a largo plazo, con valor asignado de (1).	Largo plazo 1 Medio plazo 2 Corto plazo 4 Inmediato 4 Crítico (+4)
<b>Persistencia (Permanencia del efecto)</b>	<b>PE</b>	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.	Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4
<b>Reversibilidad</b>	<b>RV</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que el impacto deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	Corto plazo 1 Medio plazo 2 Irreversible 4
<b>Sinergia (Regularidad de manifestación)</b>	<b>SI</b>	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultáneamente. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinérgico moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.	Sin sinérgico 1 Sinérgico 2 Muy sinérgico 4
<b>Acumulación (incremento progresivo)</b>	<b>AC</b>	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).	Simple 1 Acumulativo 4
<b>Efecto (Relación causa-efecto)</b>	<b>EF</b>	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	Indirecto 1 Directo 4
<b>Periodicidad (Regularidad de la manifestación)</b>	<b>PR</b>	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o aperiódico y discontinuo 1 Periódico 2

TÉRMINO	CLAVE	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
		A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los efectos periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, es decir discontinuos (1).	Continuo 4
<b>Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)</b>	<b>MC</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	Recuperable de manera inmediata 1 Recuperable a plazo medio 2 Mitigable 4 Recuperable 8
<b>Importancia del Impacto</b>		La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados. Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación: $I = \pm[3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los valores intermedios (entre 40 y 60) cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

La categorización de los impactos se realiza a partir del valor resultante del atributo Importancia y se clasifica de la siguiente manera:

Los impactos <b>IRRELEVANTES</b> adquieren valores de importancia <b>inferiores a 25</b> .	
Los impactos <b>MODERADOS</b> presentan una importancia entre <b>25 y 50</b> .	
Los impactos <b>SEVEROS</b> toman un valor entre <b>50 y 75</b> .	
Los impactos <b>CRÍTICOS</b> se dan cuando el valor sea <b>superior a 75</b> .	

## VIII.7 Literatura citada

### VIII.7.1 Capítulo II

- Diario Oficial de la Federación (DOF): 18/16/1997. Acuerdo por el que se destina a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la vía general de comunicación ferroviaria Pacífico-Norte, así como los inmuebles e instalaciones para la prestación de los servicios auxiliares.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010). Culiacán. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM25sinaloa/municipios/25006a.html>

### VIII.7.2 Ubicación del AP

- Cartografía INEGI.
- Google earth 7.3.

### VIII.7.3 Vinculación de instrumentos jurídicos

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley de Vías Generales de Comunicación y Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley General de Vida Silvestre
- NOM-001-SEMARNAT- 1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
- NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-2006. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo
- NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-018-SCT2/1994. Disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario
- Constitución Política del Estado de Sinaloa
- Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa
- Ley de Protección a los Animales para el Estado de Sinaloa
- Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente para el Municipio de Culiacán, Sinaloa
- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
- Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40

- Plan de Desarrollo de Sinaloa 2017-2021 (PED)
- Culiacán, Plan Municipal de Desarrollo 2017-2018. (2017). Recuperado de <http://culiacan.gob.mx/informacion/plan-municipal-de-desarrollo-2017-2018/>
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sinaloa
- Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán 2008-2010. Recuperado de <http://implanculiacan.gob.mx/>

#### VIII.7.4 Delimitación y descripción del medio abiótico del SA

- Arriaga, C.L., Aguilar, S.V. y Alcocer, D. J. 2002<sup>2</sup>. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Escala 1:4 000 000. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L.V. Aguilar, S.V. y Alcocer, DJ. 2002<sup>1</sup>. "Aguas continentales y diversidad biológica de México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Atlas Nacional de Riesgos. (s.f.). Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html>
- AVES.mx. 2015. Consultada en 27 de julio de 2017 a través de <http://avesmx.conabio.gob.mx/Mapa.html#>
- CIBIOGEM 2014. Áreas Naturales del Estado de Sinaloa [en línea]. CONACYT. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/sinaloa>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Humedales de México. (s.f.). Recuperado de <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2009). Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea. Acuífero (2504) Rio Culiacán. Estado de Sinaloa.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Atlas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comité Técnico de Protección y Conservación Forestal. 2011-2015. Proyecto de Norma Mexicana para el establecimiento de unidades productoras y manejo de Germoplasma Forestal. Anexo 4. Provincias y subprovincias fisiográficas de México [en línea]. Consejo Nacional Forestal. Disponible en: <https://proteccionforestal.wordpress.com/>
- CONABIO – AvesMX. (2015). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves [en línea] Disponible en: <http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html>
- CONABIO. (2008). Gap [en línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Portada>
- CONABIO. (2012). Lista de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>
- CONABIO. (2012). Portal de Geoinformación. Sistema de Información sobre Biodiversidad [en línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (s.f.). Ensenada de Pabellones. Recuperado de <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/NO-67.html>

- CONABIO. 2012. Listado de RHP. Consultada el 04 de julio de 2017 a través de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>.
- CONABIO. 2017. Listado de RTP. Consultado el 04 de julio de 2017 a través de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html>.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2004. Consultada el 27 de julio de 2017 a través de <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>.
- CONAGUA. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Llera-Xicotécatl (2811) Estado de Tamaulipas. Consultada el 26 de julio de 2017 a través de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104432/DR\\_2811.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104432/DR_2811.pdf)
- CONAGUA. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Culiacán (2504), Estado de Sinaloa. (2015). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103342/DR\\_2504.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103342/DR_2504.pdf)
- Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México 504 pp.
- CPTM. Culiacán. (s.f.). Recuperado de [http://www.cptm.com.mx/work/sites/CPTM/resources/LocalContent/6334/4/culiacan\\_ce.pdf](http://www.cptm.com.mx/work/sites/CPTM/resources/LocalContent/6334/4/culiacan_ce.pdf)
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana. 5ª edición. Instituto de Geografía UNAM. 91 pp.
- GOB.mx. Consultada el 18 de enero de 2018 a través de <http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>.
- GOB.mx. Consultada el 18 de enero de 2018 a través de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/informacion-espacial-de-las-areas-naturales-protegidas-181/resource/f7114b34-f181-4a2f-a897-a40a958e36c7>.
- Gobierno de Culiacán. Demografía. (s.f.). Recuperado de <http://culiacan.gob.mx/informacion/demografia/>
- Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación. INEGI. (2017). Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825092030.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf)
- Hidrología del Estado de Sinaloa. (s.f.). Recuperado de <http://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-sinaloa/hidrologia-sinaloa.html>
- IGN Instituto Geográfico Nacional. 2014. Mapa de suelos de España. 3 pp.
- INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2007. Consultado el 18 de enero de 2018 a través de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/43/cuatro.html>.
- INEGI. (1995). Estudio Hidrológico del Estado de Sinaloa. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- INEGI. (2015). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015, Sinaloa. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/inter\\_censal/estados2015/702825079895.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/estados2015/702825079895.pdf)
- INEGI. 1982. Geología. Serie I. Escala 1:250 000. México.

- INEGI. 1991. Datos básicos de la Geografía de México. Segunda edición. Aguascalientes. Ags. México.
- INEGI. 1999. Hidrológicos Colección: Cartas de Hidrología Aguas Subterráneas Serie II para México. Escala 1:1 000 000.
- INEGI. 2000. Datos Fisiográficos: Provincias Fisiográficas. Escala 1:1,000,000. México.
- INEGI. 2004. Guía para la interpretación de la Cartografía. Edafológica.
- INEGI. 2007. Edafología. Serie II. Escala 1:250 000. México.
- INEGI. 2008. Climas. Escala 1:1 000 000. México.
- INEGI. 2010. Regiones Hidrológicas de México. Edición 2.0. Escala 1:50 000.
- INEGI. 2013. Uso de Suelo y Vegetación. Serie V. Escala 1:250 000. México.
- INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V. México. 1. Cartografía - Estudio y enseñanza. 195 pág.
- INEGI. 2017. México en cifras. Consultado el 18 de enero de 2018 a través de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=28#>.
- **INEGI. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. (s.f.). Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual\\_carac\\_eda\\_fis\\_vs\\_enero\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual_carac_eda_fis_vs_enero_29_2008.pdf)**
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010). Culiacán. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM25sinaloa/municipios/25006a.html>
- Koslay, J. 2008. Atlas de recursos gubernamentales. 3.5 Suelos. Consultada el 28 de julio de 2017 a través de [geologia.unsl.edu.ar/sitiodedeinteres/atlasjk/pdf/8-Suelos.pdf](http://geologia.unsl.edu.ar/sitiodedeinteres/atlasjk/pdf/8-Suelos.pdf)
- LGDFS. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última Reforma DOF 26-03-2015. 80 Pág.
- LGEEPA. Ley General de Equilibrio Ecológico para la Protección del Ambiente. Última Reforma DOF 04-06-2012. 114 pp.
- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Libramiento de Culiacán, En una longitud de 22 km, En el estado de Sinaloa. (s.f.). Recuperado de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/sin/estudios/2008/25SI2008V0003.pdf>
- Montero, O.J.M. 2009. Capítulo 12. Meteorización y Suelos. Universidad Nacional de Colombia.
- Montijo, A. (s.f.). Conglomerados. Recuperado de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/amontijo/detriticas/conglomerados.htm>
- Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán 2008-2010. Recuperado de <http://implanculiacan.gob.mx/>
- Programa Sociodemográfico Nacional, en el Estado de Sinaloa y el Municipio de Culiacán. (s.f.). Recuperado de <http://www.cij.gob.mx/ebco2013/pdf/9615SD1.pdf>
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Culiacán, México 2009. Clave geoestadística 250006.
- R-LGDFS. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última Reforma DOF 31-10-2014. 60 Pág.

- R-LGEEPA-MEIA. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Última Reforma DOF 31-10-2014. 29 pp.
- Rocas ígneas. Servicio Geológico Mexicano. (2017). Recuperado de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-igneas.html>
- Rubio, R., Y., G. (2012). Propuesta: Programa Operativo del Proyecto de Ecoturismo de la Reserva Ecológica el Mineral de Nuestra Señora la Candelaria, Cósala, Sinaloa. Universidades Autónoma de Sinaloa. Reserva Ecológica del Mineral de Nuestra señora Cósala, Sinaloa, México.
- Rzedowski J. (2006). Vegetación de México. 1ª Edición digital. Comisión Nacional para el
- Salvador, C. M. y Torres R.J.C. 1990. Hidrogeología. Escala 1:4,000,000. México: Instituto Nacional de Geografía, UNAM. Atlas Nacional de México, Tomo II, sección IV, 6.3.
- Sánchez, S. R. F. J. 2014. Conceptos fundamentales de hidrogeología. Clasificación de formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico. Departamento de Geología. Universidad de Salamanca España. Septiembre. 11 pp.
- Secretaría de Salud. Programa Estatal de Desarrollo Salud 2005 – 2010. (2010). Recuperado de [http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&cid=18:ss&id=2556:programas-institucionales-diagnostico](http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=18:ss&id=2556:programas-institucionales-diagnostico)
- SEDESOL. (2013). Municipio de Culiacán. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=25&mun=006>
- SEMARNAT. 2017. Consultado el 10 de enero de 2018 a través de [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D3\\_BIODIV04\\_17&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_BIODIV04_17&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce).
- SGM. 2016. ¿Qué es hidrogeología? Consultada el 27 de julio de 2017 a través de [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157801/Que-es-la-Hidrogeologia.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157801/Que-es-la-Hidrogeologia.pdf)
- SGM. Servicio Geológico Mexicano - Tamaulipas Gobierno del Estado -- Secretaria de Economía – Secretaria de Gobernación – Protección Civil de Tamaulipas. 2011. Atlas de Riesgo de los Municipios de Aldama y Gonzáles del Estado de Tamaulipas. 253 pág.
- SIGEIA. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Consultada el 03 de julio de 2017 a través de <http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA5e5PUBLICO/BOS/Bos.php#>.
- Simulador de Flujos de Agua de cuencas Hidrográficas (SIATL) Versión 3.2 Disponible en: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/siatl/](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/)
- Sistema Meteorológico Nacional. <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>
- Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SINAICA-INECC-SEMARNAT). 2014. Informe Nacional de Calidad de Aire. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental 2015. 242 Pp.
- SMN. Consultada el 03 de julio de 2017<sup>b</sup> a través de <http://smn.cna.gob.mx/es/pronosticos/8-smn-general/38-estaciones-meteorologicas-automaticas-emas>

- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. Consultada el 03 de julio de 2017<sup>a</sup> a través de <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=tamps>.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. Consultada el 03 de julio de 2017<sup>b</sup> a través de <http://smn.cna.gob.mx/es/>

#### VIII.7.5 Vegetación

- CITES. Visitada el 16 de enero de 2018 a través de <https://cites.org/esp/disc/what.php>.
- Franco J. L., De la Cruz A. G., Cruz G. A., Rocha R. A., Navarrete S. N., Flores M. G., Kato M., Sanchez C. S., Abarca A. L., Bedia S. C. 1989. Manual de Ecología. Ed. Trillas México.
- ITIS. Visitada el 16 de enero de 2018 a través de <https://www.itis.gov/>.
- IUCN Redlist. Visitada el 16 de enero de 2018 a través de <http://www.iucnredlist.org/>
- Landre, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. 1ª Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México 504 pp.
- Species+. Visitada el 16 de enero de 2018 a través de <https://www.speciesplus.net/>.
- TROPICOS. Visitada el 16 de enero de 2018 a través de <http://www.tropicos.org/>.

#### VIII.7.6 Fauna

- Biodiversidad de Sinaloa. (s.f.) Recuperado de [http://www.vmexicoalmaximo.com/sinaloa/flora\\_y\\_fauna](http://www.vmexicoalmaximo.com/sinaloa/flora_y_fauna)
- Fauna del estado de Sinaloa. (s.f.) Recuperado de <http://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-sinaloa/fauna-sinaloa.html>
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010). Culiacán. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM25sinaloa/municipios/25006a.html>
- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Libramiento de Culiacán, En una longitud de 22 km, En el estado de Sinaloa. (s.f.). Recuperado de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/sin/estudios/2008/25SI2008V0003.pdf>

#### VIII.7.7 Paisaje

- Montoya Ayala, R., Aramburu Maqua, M.P. y Escribano Bombin, R. 1997: "La fragilidad del paisaje de los Tuxtlas, Veracruz, México", en Primera Reunión de Usuarios de IDRISI, Alcalá de Henares.
- Muñoz-Pedrerros, A., Badilla, A. y Rivas, H. 1993. Evaluación del paisaje en un humedal del sur de Chile: el caso del río Valdivia (X Región). *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 403-118.
- Parrilla Alcalá, E., Márquez Pérez, J. & Rodríguez Díaz, V. 2005. Establecimiento de la fragilidad visual del paisaje mediante SIG en el entorno del P.N. de La Breña y Marismas del Barbate (Cádiz, España): aproximación metodológica.

- Picher -Fernández, A.C., Gómez-Jiménez, I. & Montero Serrano, J. 2006. Hacia una integración efectiva del estudio del paisaje y su valoración económica en la planificación territorial. Comunicación IX Congreso de Tecnologías de Información Geográfica, Granada (España).
- U.S.D.A. Forest Service. 1974. The visual management system. National forest landscape management. Forest Service. U.S.D.A. Government Printing Office ,2 (Chapter 1)
- Yeomans, W.C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. Foundations for Visual project analysis.

#### VIII.7.8 Identificación y evaluación de impactos ambientales

- Fernández-Vitora (2000) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental; 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa; España
- Leopold, L.B.; Clarke, F.E.; Hanshaw, B.B. y Balsley, J.E. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey