Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 4

I.1 Datos generales del proyecto. 4

I.1.1 Nombre del proyecto. 4

I.1.2 Ubicación del proyecto. 5

I.1.3 Duración del proyecto (acotarlo en años o meses). 9

I.1.4 Presentación de la documentación legal. 9

I.2 Datos generales del promovente. 10

I.2.1 Nombre o razón social. 10

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 10

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. 10

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal. 10

I.3 Responsable del consultor que elaboro el estudio. 10

I.3.1 Nombre o razón social. 10

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 11

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio. 11

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio. 11

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 12

II.1 Información general del proyecto. 12

II.1.1 Naturaleza del proyecto. 15

II.1.2 Justificación: 15

II.1.3 Ubicación física. 16

II.1.4 Inversión requerida. 17

II.1.5 Dimensiones del proyecto. 18

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. 21

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 22

II.2 Características particulares del proyecto. 23

II.2.1 Programa General de Trabajo. 24

II.2.2 Representación gráfica regional. 25



II.2.3 Representación gráfica local. 26

II.2.4 Preparación del sitio. 27

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto. 28

II.2.6 Etapa de construcción. 29

II.2.10 Utilización de explosivos. 29

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 30

II.2.12 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos. 31

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 33

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 33

Leyes y reglamentos federales. 34

Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente. 34

Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del Impacto Ambiental. 38

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. 40

Ley de aguas Nacionales. 41

Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos. 44

Normatividad Aplicable. 53

Planes o programas de desarrollo urbano (PDU). 56

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030. 56

Plan Estatal de Desarrollo 2025-2030 del estado de Tabasco. 65

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT). 70

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y EL CARIBE. 78

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE TABASCO (POERET). 89

Leyes estatales. 164

Ley de Protección Ambiental del estado de Tabasco. 164



Ley de Responsabilidad Civil por Daño y Deterioro Ambiental del Estado de Tabasco. 166

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO". 176

IV. I.- DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA 176

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental 184

IV.3 Caracterización y análisis del (SA), donde se encuentra inmerso el proyecto (AI Y AP) 195

IV.3.1. Aspectos abióticos. 195

IV.4. Aspectos bióticos en el sitio 227

IV.4.1 Paisaje 230

IV.4.2 Medio socioeconómicos. Demografía: 233

IV.4.3 Diagnóstico ambiental (SA, AP y AI) 236

CAPITULO V. 239

V.1. Identificación de Impactos. 239

V.2 Caracterización de los impactos. 240

V.3 Valoración de los impactos. 242

V.4 Impactos residuales. 248

V.5 Impactos acumulativos. 249

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 249

VI.2.- Impactos Residuales 254

CAPITULO VII 256

VII.1 Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas 256

VII.2. Programa de vigilância ambiental. 257

VII.3. CONCLUSIÓN. 260

CAPITULO VIII 262

VIII.1 Formatos de presentación. 262

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

I.1 Datos generales del proyecto.

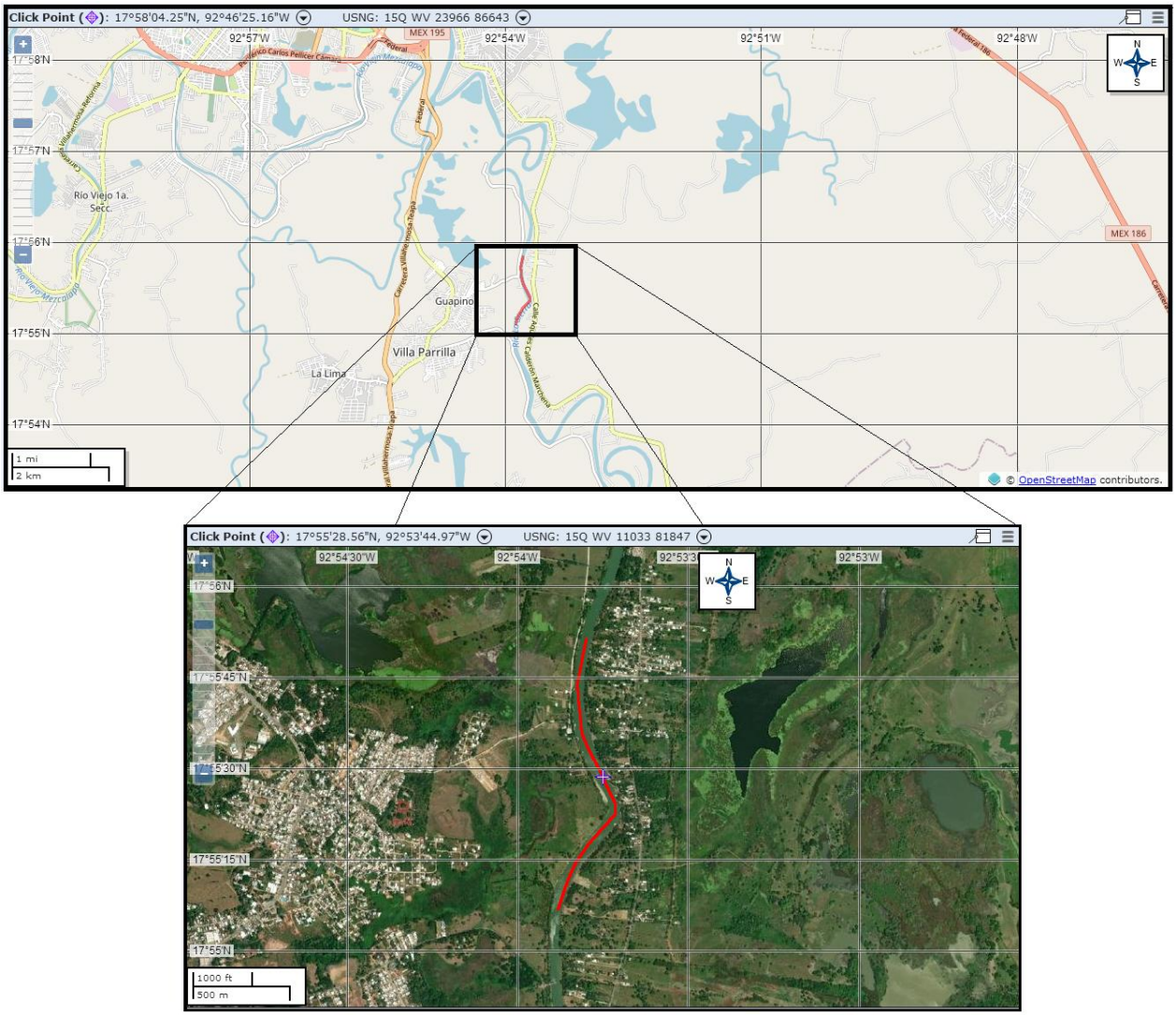


Fig.**1**. Ubicación de las obras respecto al estado de Tabasco.

I.1.1 Nombre del proyecto.

"CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto de construcción de protección marginal mediante un recubrimiento marginal, rehabilitación de espigones existentes y uno nuevo, de diferentes dimensiones, mismo que se pretende realizar en la margen derecha y sobre el cuerpo de agua denominado río la Sierra a la altura de la comunidad denominada Ra. Torno Largo Primera Sección (Tramo II) en el municipio de Centro, estado de Tabasco.

El tramo del estudio para el proyecto tiene como referencias UTM y geográficas las siguientes coordenadas extremas:

Tabla **1**. Coordenadas extremas del tramo de estudio.

Punto	Coordenada UTM		Coordenada Geográfica	
	Este	Norte	Lat.	Long.
Inicio (I) 0+000	510957.8571	1982754.8496	17°55'58.08"N	92°53'47.53"O
Final (F) 2+000	510727.6120	1980875.8350	17°54'56.95"N	92°53'55.35"O
Longitud	2,000 m			



Fig. **2**. Ubicación de las coordenadas extremas de las actividades del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

Para llegar a la ubicación del sitio del proyecto, a la margen derecha del rio la sierra en Torno Largo, hay diversas vías de comunicación y caminos de acceso existente, pero para mayor claridad, si nos posicionamos en la UVG Campus Villahermosa a la orilla de la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, se puede llegar a la Col Gaviotas Sur a través de la Carretera 195, cruzando el rio Grijalva y recorriendo un aproximados de 1.4 kilómetros hasta llegar a la Carretera Aquiles Calderón Marchena, que a la salida de la Colonia Gaviotas Sur, toma el nombre de Carretera Villahermosa- Torno Largo , haciendo un recorrido total de 8.91 kilómetros.

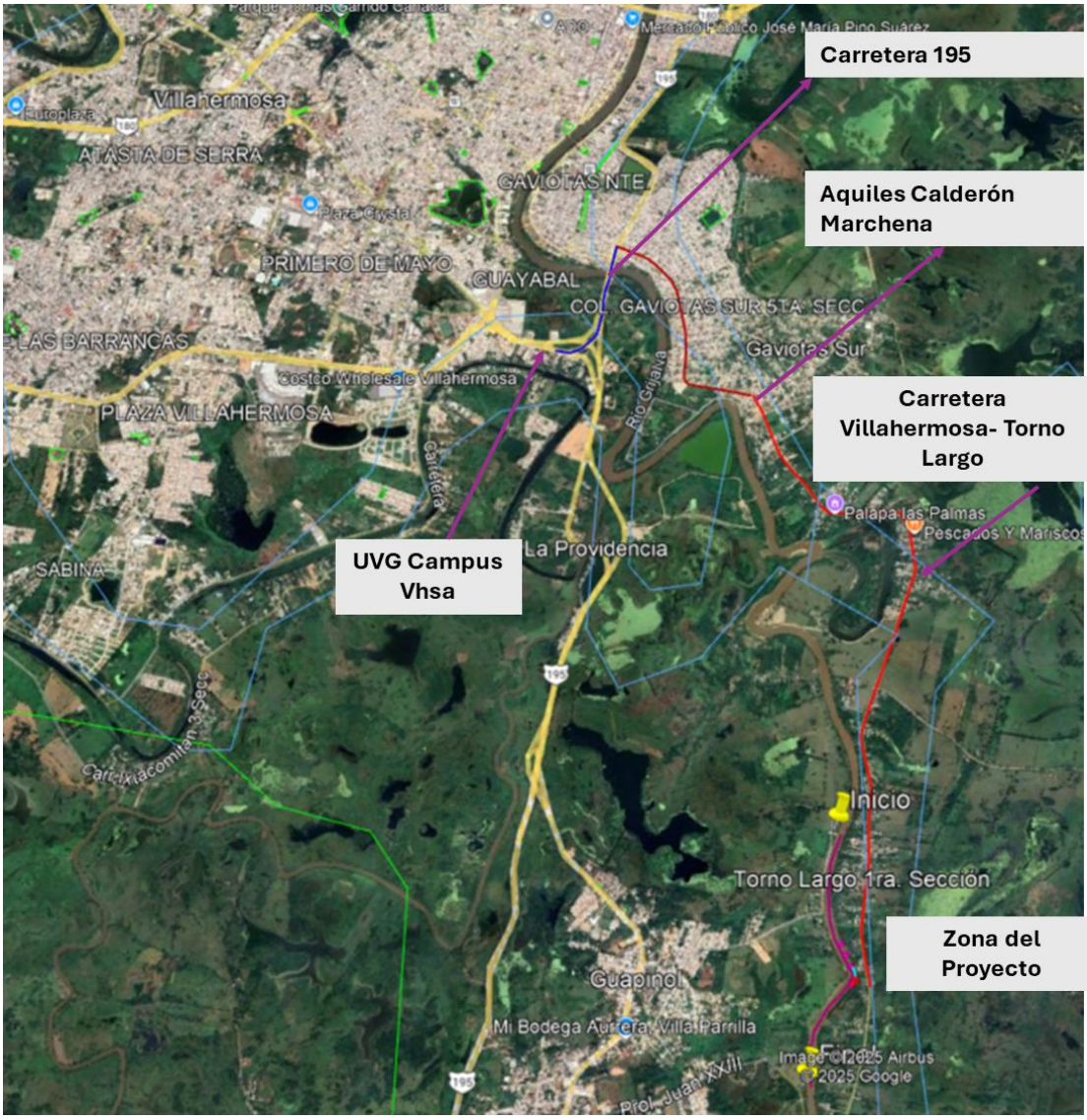


Fig. **3**. Caminos de acceso al área del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

Las superficies para la ejecución del proyecto se ubican en la margen derecha del Río la Sierra, implicando que el proyecto contemple la ocupación de áreas federales, por ende, no se cuenta con número interior o exterior de los predios o superficies que se utilizaran.

Se debe señalar que con base a las observaciones realizadas del sitio del proyecto en la plataforma del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) en el apartado de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad, el área no se encuentra ubicados en zonas de riesgo como paredes de cañones, zonas de fallas geológicas o zonas de litoral expuesta a oleaje de tormenta. Sin embargo, si se expone a Ciclones Tropicales en categoría de Muy alto, de acuerdo con el Índice de Peligro por Inundación en Muy Alto y respecto al índice a tormentas eléctricas en término medio y alta vulnerabilidad al cambio climático, lo cual implica que en el área del proyecto se encuentra el sitio de interés y es susceptible a la ocurrencia de este tipo de desastres o fenómenos naturales, lo cual indica que estas zonas pueden verse ampliamente afectadas.

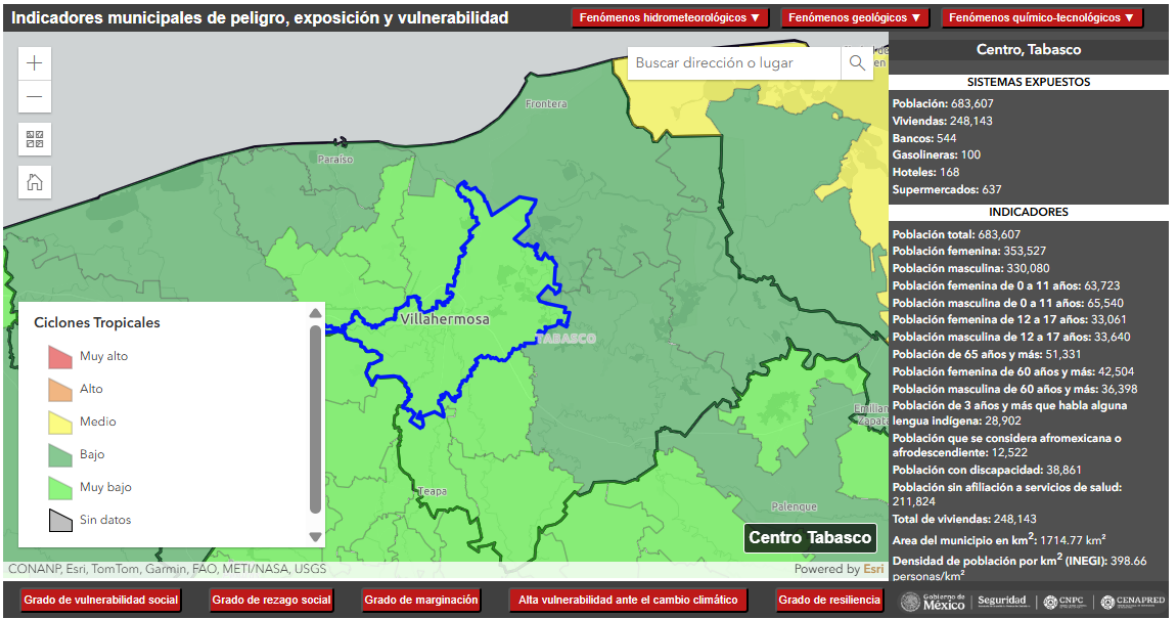


Fig. 4. Indice de peligro, exposición y vulnerabilidad a Ciclones Tropicales del área del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

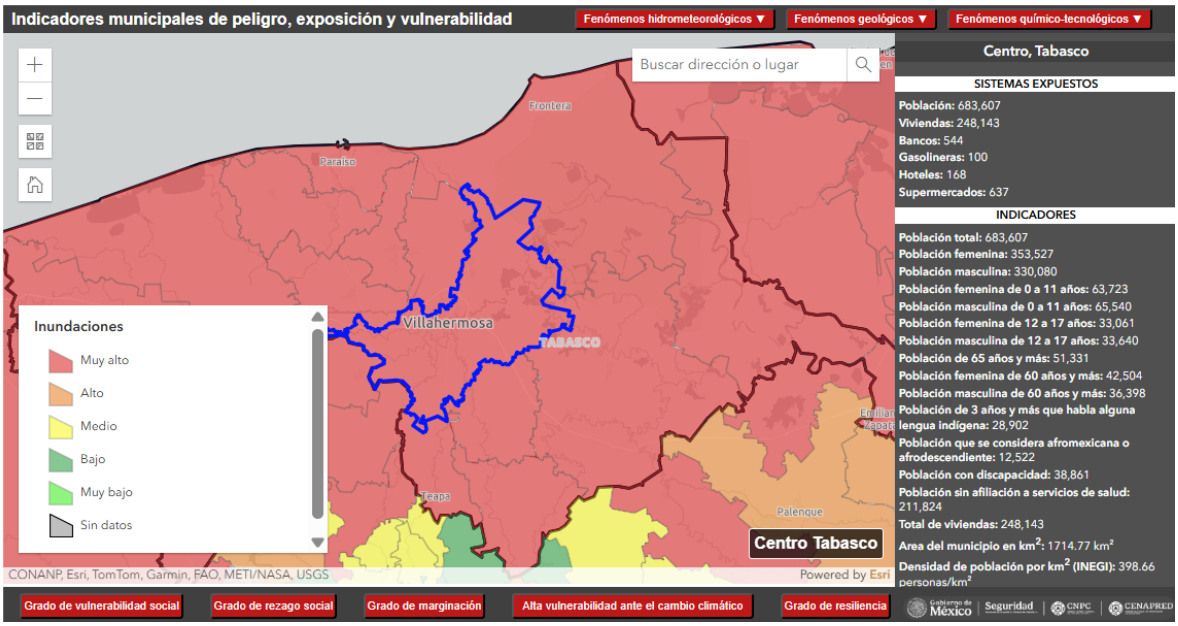


Fig. 5. Indice de peligro, exposición y vulnerabilidad a Inundaciones del área del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

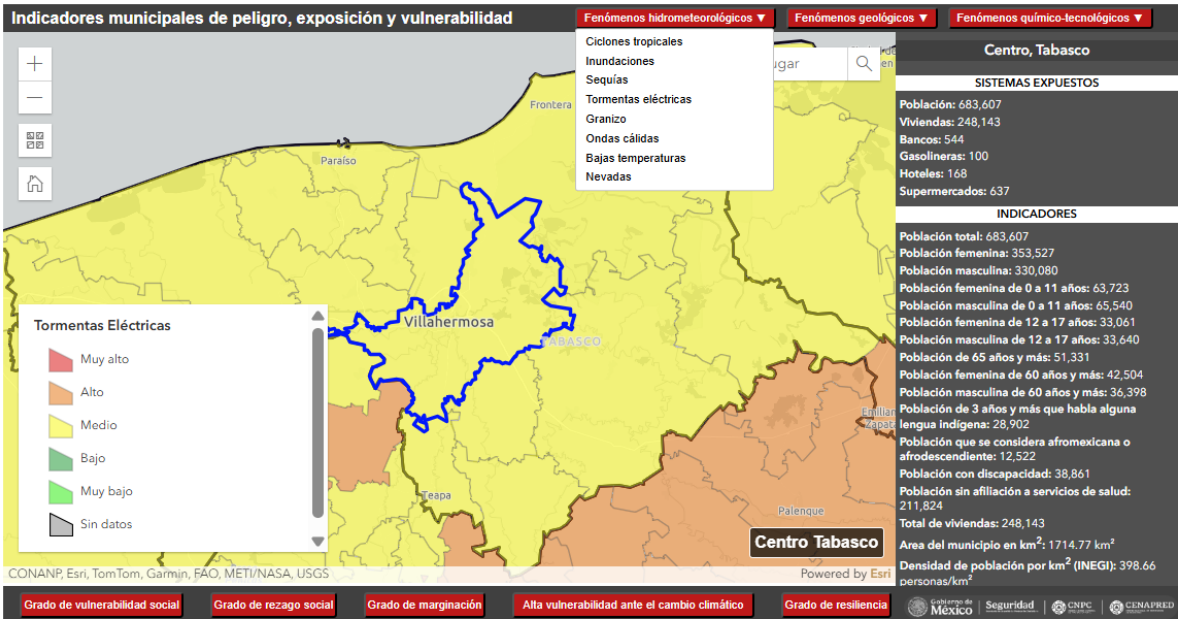


Fig. 6. Indice de peligro, exposición y vulnerabilidad a Tormentas Eléctricas del área del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

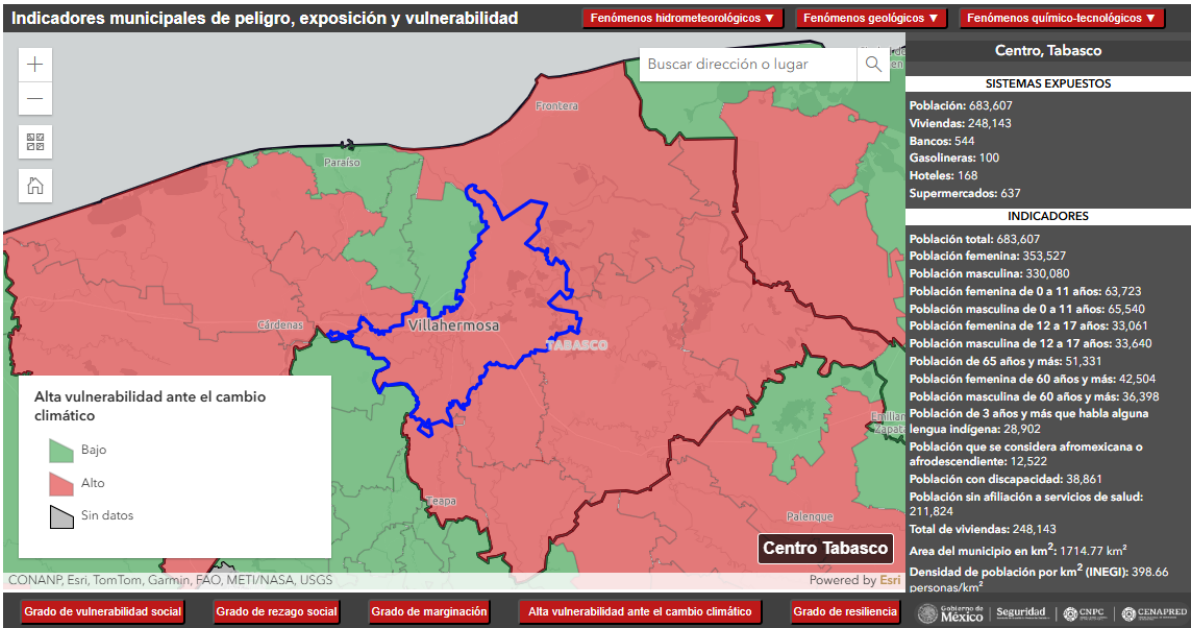


Fig. 7. Indice de peligro, exposición y vulnerabilidad ante el Cambio Climático del área del proyecto de Construcción de la Protección Margen Derecha del Río de la Sierra.

I.1.3 Duración del proyecto (acotarlo en años o meses).

De acuerdo con las características técnicas que presentara el proyecto de protección marginal (recubrimiento marginal y espigones) y tomando en cuenta los imprevistos que pudieran detener o retrasar las actividades constructivas de las obras, se requerirá de un periodo de tiempo de 5 años (60 meses) para las etapas de preparación del sitio y construcción y se considera un periodo de tiempo de vida útil para la operación de la protección marginal de 50 años en su etapa de operación.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

El presente proyecto de **"CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"** consiste en la construcción de un recubrimiento marginal a base de roca, rehabilitación de espigones existentes y construcción de un espigón a base de bolsa creto, los cuales se ubicaran sobre la margen Derecha del Rio de la Sierra a la altura de la localidad denominada Ra Torno Largo Primera Sección (Tramo II) en el municipio de Centro, Tabasco. Para lo cual se anexa al presente documento:



Anexo A *encontrará copia del Decreto de creación de la Comisión Nacional del Agua Dirección Local Tabasco.*
Anexo B *encontrará copia del RFC de la Comisión Nacional del Agua Tabasco.*
Anexo C *copia del Nombramiento como Director Local Tabasco, así como la credencial para votar con fotografía.*
Anexo D *copia de la constancia de situación fiscal de la responsable de la elaboración de la manifestación de impacto ambiental.*
Anexo E *encontrará copia de las cedulas profesionales de los responsables de la elaboración de la manifestación de impacto ambiental.*

I.2 Datos generales del promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

En el ***anexo A*** *encontrará copia del Decreto de creación de la Comisión Nacional del Agua Dirección Local Tabasco.*

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

En el ***anexo B*** *encontrará copia del RFC de la Comisión Nacional del Agua Tabasco.*

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

En el ***anexo C*** *encontrará copia del Nombramiento como director local Tabasco, así como la credencial para votar con fotografía.*

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

I.3 Responsable del consultor que elaboro el estudio.

I.3.1 Nombre o razón social.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

*En el **anexo D** encontrará copia de la constancia de situación fiscal de la responsable de la elaboración de la manifestación de impacto ambiental.*

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

*En el **Anexo E** encontrará copia de la cedula profesional de uno de los responsables de la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, así como el título universitario.*

Asi mismo, dentro de los oficios de ingreso se encuentra la Carta Responsiva, de acuerdo con el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA.

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

Consulta Publica datos protegidos por la LFPDPPP.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

Las obras que se someten al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, en la presente manifestación de impacto ambiental, consiste en la construcción de un recubrimiento marginal a base de roca, rehabilitación de 3 espigones existentes y construcción de 1 espigón nuevo de bolsa creto, sobre la margen derecha del rio de la Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo 1era Sección, municipio de Centro, Tabasco.

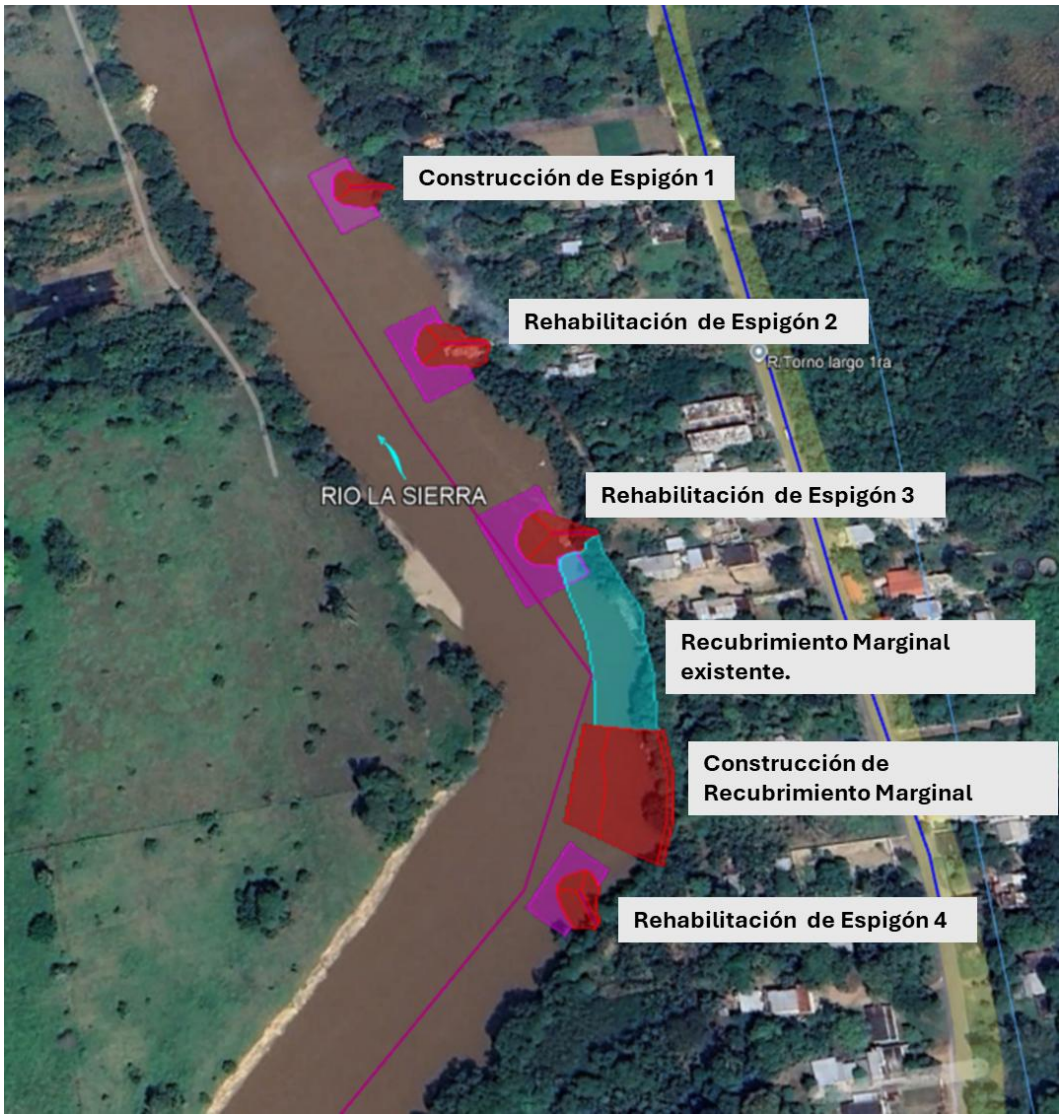


Fig.**8**. Espigones y recubrimiento marginal como componentes del proyecto.

Que como consecuencia de la erosión que se produce sobre la margen, se provoca constantes colapsos de dicha al interior del cauce del río lo que como consecuencia ha provocado la perdida de la margen y un azolvamiento mayor del río en la zona de estudio del presente proyecto, a cómo puede visualizarse en las siguientes imágenes fotográficas.



Fig.**9**. Condiciones de la zona del proyecto.

A medida que aumenta el azolvamiento del río (en el tramo donde se pretende construir la infraestructura hidráulica) este comienza a perder la capacidad de conducción de los volúmenes de agua por lo cual en temporadas de lluvias cuando dichos volúmenes de agua llegan al sitio donde el río presenta un considerable azolvamiento, este se puede desbordar ocasionando afectaciones sobre infraestructura, áreas con actividades agrícolas o pecuarias y/o afectar casas habitación.

Observando la problemática que se presenta en la zona donde se pretende realizar las actividades, la promovente en apego a lo que establece el artículo 83 de la ley

de aguas nacionales pretende realizar la construcción de una protección marginal mediante recubrimiento marginal (roca) y espigones (bolsacreto), para con ello proteger la margen derecha del río y con ello frenar el constante colapso que se produce en la zona y a su vez disminuir el material que entra al lecho del río lo cual produce un mayor y veloz azolvamiento del río y así proteger la infraestructura de uso público, los bienes inmuebles pero sobre todo, la vida de los habitantes de la zona, en la que destaca la comunidad más cercana de Torno Largo 1era Sección, con las siguientes características generales .

Tabla **2**. Datos y volúmenes de espigones.

CUADRO DE DATOS Y VOLUMENES DE ESPIGONES								
Espigón	Longitud de trabajo	Morro	Elev. Inicial	Elev. Final	Pend. %	Cuerpo Vol (m^3)	Tapete Vol (m^3)	Geotextil área (m^2)
1 (Nuevo)	18.57	7.97	6.25	4.50	10.80	747.51	184.65	844.49
2 (Rehabilitación)	19.90	11.02	6.00	4.50	11.30	867.70	272.70	1264.87
3 (Rehabilitación)	18.93	13.86	6.50	4.50	13.20	724.61	429.16	1646.21
4 (Rehabilitación)	15.10	6.93	6.00	4.50	13.20	536.20	178.13	764.53
Total						2,876.02	1,064.64	4,520.10

Tabla **3**. Datos y volúmenes de recubrimiento marginal.

CUADRO DE DATOS Y VOLUMENES DE RECUBRIMIENTO MARGINAL			
#	Estación	Área (m2)	Volumen (m3)
1	1+110.00	46.50	
2	1+115.00	42.19	221.73
3	1+120.00	46.94	222.83
4	1+125.00	51.28	245.55
5	1+130.00	48.68	249.90
6	1+135.00	50.14	247.05
7	1+140.00	52.82	247.40
8	1+145.00	46.18	247.50
Totales	35 metros	138.73	1,691.96

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de una OBRA HIDRAULICA, denominada PROTECCIÓN MARGINAL a través de un recubrimiento marginal de roca y espigones de bolsa creto en la margen derecha el rio la Sierra a la altura de la localidad Ra. Torno Largo primera sección (Tramo II), Centro, estado de Tabasco", que de acuerdo con los Sectores Económicos en Mexico, se encuentra en el Sector Terciario, que se dedica a ofrecer servicios a la población.

La construcción de dichas obras tiene como objetivo principal la reducción de riesgos en materia de protección civil, para minimizar la problemática que se presenta sobre la margen derecha del rio la Sierra, permitiendo un mayor flujo hidráulico (caudal), conservación de las márgenes y mitigación de las mismas por acción de la erosión hídrica y protección contra deslaves, con lo cual la promovente cumplirá con las obligaciones que le fueron establecidas mediante el artículo 83 de la ley de aguas nacionales.

II.1.2 Justificación:

La realización del presente proyecto no considera beneficios económicos para la promovente, tiene como fin desarrollar OBRA HIDRÁULICA en un área con una PROBLEMÁTICA EXISTENTE y donde se requiere las obras consistentes en un recubrimiento marginal y espigones, con fines de protección de la margen derecha del rio La Sierra, para la disminución de riesgos en materia de protección civil.

Con base en lo anterior el proyecto para la construcción de la protección marginal en la margen derecha del rio de la Sierra en el municipio del Centro, estado de Tabasco, tiene como objetivo la contención de los excedentes de volúmenes de agua, la protección de márgenes, la disminución de la erosión fluvial y la reconstrucción de la capacidad hidráulica del río, a través de un recubrimiento marginal, rehabilitación de infraestructura existente (espigones) y un espigón totalmente nuevo. El tipo de componentes de la obra y la ubicación de estos responde a los resultados de los estudios realizados al detectar la problemática de la zona.

Anexo F *Informe de planteamiento de la problemática.*

La selección de la zona y específicamente de los sitios donde se construirá cada una de las obras que integran el presente proyecto, se realizó en base a las siguientes problemáticas

1. La primera de las problemáticas que se presenta es la perdida de la cubeta hidráulica del río por la sedimentación de material pétreo proveniente del constante colapso de la margen, esta problemática genera un riesgo latente sobre áreas de actividades económicas (agropecuarias) dentro de las cuales la constante es la integridad física de las personas.

2. La segunda de las problemáticas es que, al disminuir la cubeta hidráulica del río, esto repercute en el flujo normal de los volúmenes de agua que fluyen por su caudal y aumentando el riesgo de inundación de una extensa zona principalmente durante las avenidas y presencia de fenómenos hidrometeorológicos.

Derivado de las problemáticas que se presentan en la zona, la promovente ha realizado estudios a lo largo y ancho de la zona para identificar los sitios donde se deben realizar obras que ayuden a evitar o minimizar la problemática que existe; por todo lo anterior, la promovente pretende construir sobre la margen Derecha del rio la Sierra, para detener la erosión de dicha margen y por consecuencia frenar el colapso de la margen y la acumulación de sedimento sobre el cauce del río, por lo que las obras que integran el presente documento, fueron proyectadas para construirse específicamente en los sitios que aquí se mencionan ya que su interacción integran ayudara a frenar la problemática de la zona, destacando que en materia en relación a los aspectos ambientales de la zona, no se ubica en área de ecosistemas sensibles, la cobertura de flora es escasa, básicamente de arbustos, pastizales y algunos ejemplares arbóreos de manera dispersa, misma que se ha venido derrumbando junto con el suelo, cuando se presenta el proceso se erosión. Aunado a lo anterior se debe considerar, que la mayor parte de la obra va anclada a los márgenes y en su mayor proporción dentro del cuerpo de agua.

II.1.3 Ubicación física.

Las obras que integran el presente proyecto son la de una protección marginal consistentes en un recubrimiento marginal y espigones sobre la margen derecha del rio de la Sierra.

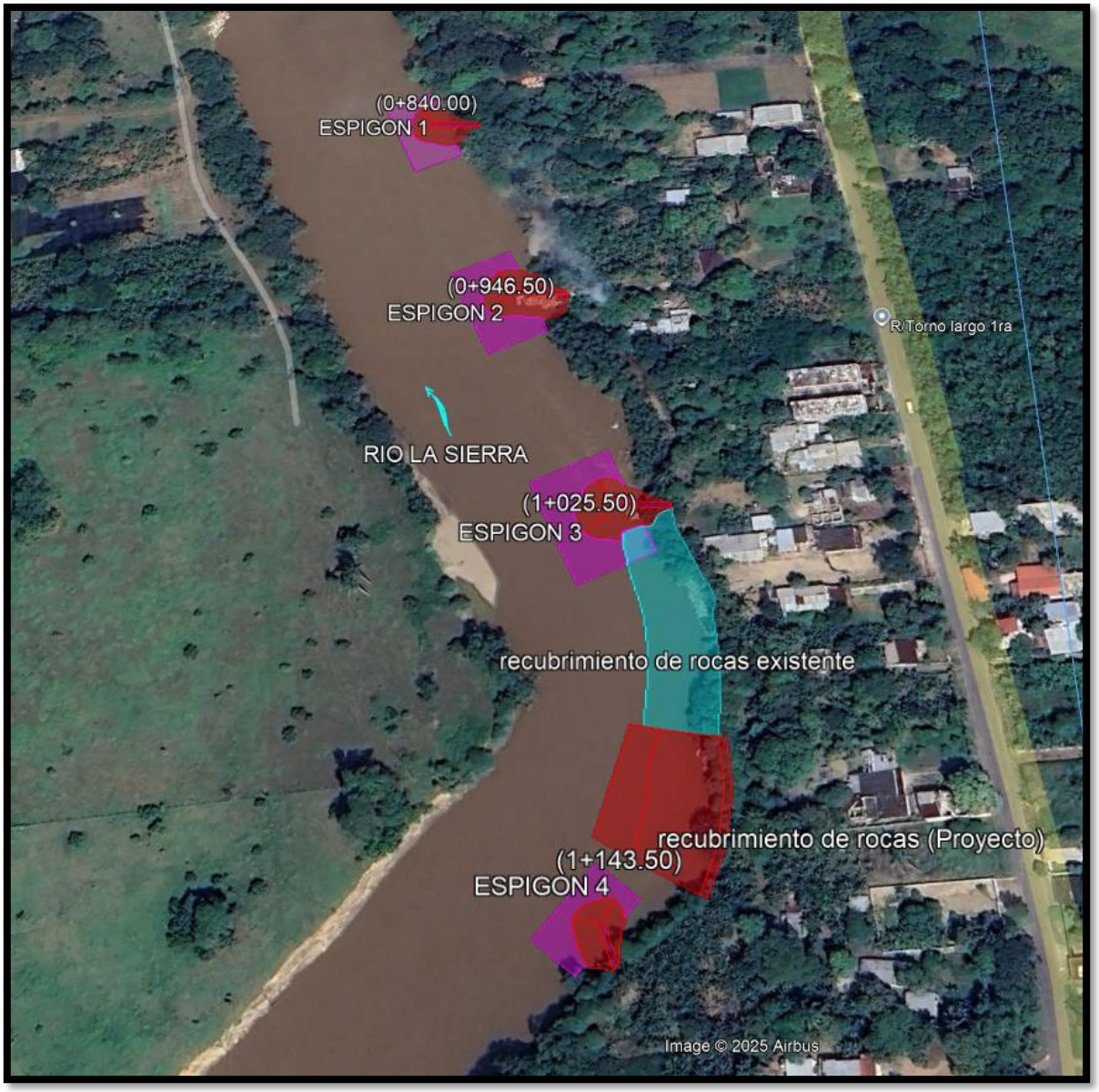


Fig.10. Ubicación de las obras respecto al trazo de estudio del proyecto.

Anexo G *Se encuentra el KML con las obras que integra el proyecto, asi como la tabla de coordenadas en Excel de estos.*

II.1.4 Inversión requerida.

El presente proyecto consiste en la construcción de una protección marginal, los cuales se ubicarán sobre la margen derecha del Rio de la Sierra, de acuerdo con el número de obras a realizar, materiales y técnicas a emplear en su construcción, se

requerirá de un monto total de $15,000,000.00 MN (Quince millones de pesos), aproximadamente.

El origen de los recursos para la ejecución de las obras es de tipo federal el cual ejecuta la promovente como parte de sus partidas presupuestales anuales, así mismo la obra es de interés social por lo que no se espera un periodo de recuperación del capital invertido.

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

El presente proyecto consiste en la **CONSTRUCCIÓN** de una protección marginal, los cuales por ser obras hidráulicas de protección se ubicarán sobre zona federal y dentro del cauce del río de la Sierra.

De acuerdo con sus características constructivas, las obras ocuparan una **superficie total permanente de: 6,300.19 m^2**. Tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 4.- Tabla de superficies permanentes.

Infraestructura	Longitud (m)	Área total a ocupar (m^2)	Área en tierra (m^2)	Área en cuerpo de agua (m^2)
1 (Nuevo)	18.57	844.49	79.7	764.79
2 (Rehabilitación)	19.90	1,264.87	116	1,148.87
3 (Rehabilitación)	18.93	1,646.21	90.6	1,555.61
4 (Rehabilitación)	15.10	764.53	63	701.53
Recubrimiento Marginal	60	1780.09	128	1,652.09
Área a ocupar		**6,300.19**	**477.3**	**5,822.89**

Del total del área permanente a ocupar **473.30 m^2** se ejecutarán en tierra (Zona Federal) y **5,822.89 m^2** dentro del cuerpo de agua (Rio de la Sierra).

En cuanto al tipo de vegetación a ser afectada por el desarrollo del proyecto de “PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO”, de acuerdo a los resultados de la visita de campo y a la visualización remota y análisis realizado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental, (SIGEIA) y Atlas de riesgos del estado de Tabasco, se observó que a vegetación predominante a afectar permanentemente por las obras está conformada principalmente por pastos y arboles dispersos, a como se señala en la siguiente tabla.



Tabla 5.- Cobertura vegetal en las superficies del proyecto.

Infraestructura	Área permanente en tierra (m^2)	Tipo de vegetación		Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Espigón 1	79.7	Pasto Común	*Paspalum nonatum*	--
		Mango	*Mangifera indica*	--
		Plátano	*Musa paradisiaca*	--
Espigón 2	116	Sauce	*Salix chilensis*	--
		Plátano	*Musa paradisiaca*	--
		Pasto común	*Paspalum nonatum*	--
Espigón 3	90.6	sauce	*Salix chilensis*	--
		Plátano	*Musa paradisiaca*	--
		Mango	*Mangifera indica*	--
Espigón 4	63	Pasto común	*Paspalum nonatum*	--
		sauce	*Salix chilensis*	--
		Plátano	*Musa paradisiaca*	--
		Coco	*Cocos nucifera*	--
Recubrimiento	128	Pasto común	*Paspalum nonatum*	--
		sauce	*Salix chilensis*	--
		Plátano	*Musa paradisiaca*	--
		Mango	*Mangifera indica*	--

No se observaron especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Teniendo en cuenta que la obra se ubicara mayormente dentro del cauce del rio de la Sierra, lo que se afectara de cobertura vegetal es mínimo, principalmente por el acceso a las áreas de trabajo, accesos que son existentes por la presencia de casas habitación en las áreas aledañas.

De igual manera para el desarrollo del proyecto se debe de contar con áreas temporales que se utilizarán como patio de maniobras y que servirán para el resguardo de la maquinaria, equipo, almacén, baños portátiles y área de disposición de residuos (RSU y RME) para obras, esta consistirá en diversas áreas para cada uno, sumando un área de 506.50 m^2.

Estas se ubicarán sobre la margen derecha del rio de la Sierra y dentro del área de influencia del proyecto. De tal manera que se impacten los menos posible a los componentes ambientales, por el movimiento de la maquinaria durante la etapa de construcción.

Estas áreas temporales se tienen propuestas en la siguiente ubicación.



Tabla 6.-Coordenadas de ubicación de áreas temporales.

Coordenadas UTM, DATUM WGS84, ZONA 15Q						
Punto	**Coordenadas geográficas**		**Coordenadas UTM**		**Área temporal a ocupar (m^2)**	**Tipo de vegetación en el área de ocupación temporal. (Se seleccionaron áreas carentes de vegetación arbustiva o arbórea)**
	Latitud	**Longitud**	**X**	**Y**		
Área temporal 1 Espigón 1						
1	17°55'31.32"N	92°53'41.98"O	511120.90 m E	1981931.49 m N	141	Sin vegetación
2	17°55'30.92"N	92°53'41.86" O	511124.26 m E	1981919.23 m N		
3	17°55'30.88"N	92°53'42.24"O	511113.15 m E	1981917.93 m N		
4	17°55'31.26"N	92°53'42.36"O	511109.60 m E	1981929.75 m N		
Área temporal 2 Espigón 2						
1	17°55'28.57"N	92°53'42.35"O	511109.88 m E	1981847.02 m N	70.2	Pasto Común *(Paspalum nonatum)*
2	17°55'28.43"N	92°53'42.24"O	511113.38 m E	1981842.86 m N		
3	17°55'28.32"N	92°53'42.52"O	511104.92 m E	1981839.36 m N		
4	17°55'28.37"N	92°53'42.63"O	511101.72 m	1981840.81 m N		
5	17°55'28.33"N	92°53'42.72"O	511099.00 m E	1981839.76 m N		
6	17°55'28.44"N	92°53'42.80"O	511096.89 m E	1981843.08 m N		
Área temporal 3 Espigón 3						
1	17°55'25.43"N	92°53'41.51"O	511134.78 m E	1981750.62 m N	90.3	Pasto Común *(Paspalum nonatum)*
2	17°55'25.10"N	92°53'41.55"O	511133.72 m E	1981740.50 m N		
3	17°55'25.05" N	92°53'41.77"O	511127.00 m E	1981739.00 m N		
4	17°55'25.36"N	92°53'41.87"O	511124.22 m E	1981748.30 m N		
5	17°55'25.44"N	92°53'41.71"O	511129.00 m E	1981751.00 m N		
Área temporal 4 Recubrimiento						
1	17°55'21.78"N	92°53'39.72"O	511187.43 m E	1981638.55 m N	117	Pasto Común *(Paspalum nonatum)*
2	17°55'21.74"N	92°53'40.04"O	511178.06 m E	1981637.11 m N		
3	17°55'21.35"N	92°53'40.02"O	511178.70 m E	1981625.27 m N		
4	17°55'21.36"N	92°53'39.69"O	511188.36 m E	1981625.63 m N		
Área temporal 5 Espigón 5						
1	17°55'20.25"N	92°53'41.59"O	511132.64 m E	1981591.41 m N	88	Pasto Común *(Paspalum nonatum)* y plátano *(musa paradisiaca)*
2	17°55'20.01"N	92°53'41.29"O	511141.34 m E	1981584.00 m N		
3	92°53'41.29"O	92°53'41.50"O	511135.28 m E	1981578.44 m N		
4	17°55'20.06"N	92°53'41.78"O	511126.86 m E	1981585.62 m N		
					m^2 506.5	

No se observaron especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-20

Anexo G Kml con los polígonos de las áreas temporales de apoyo.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

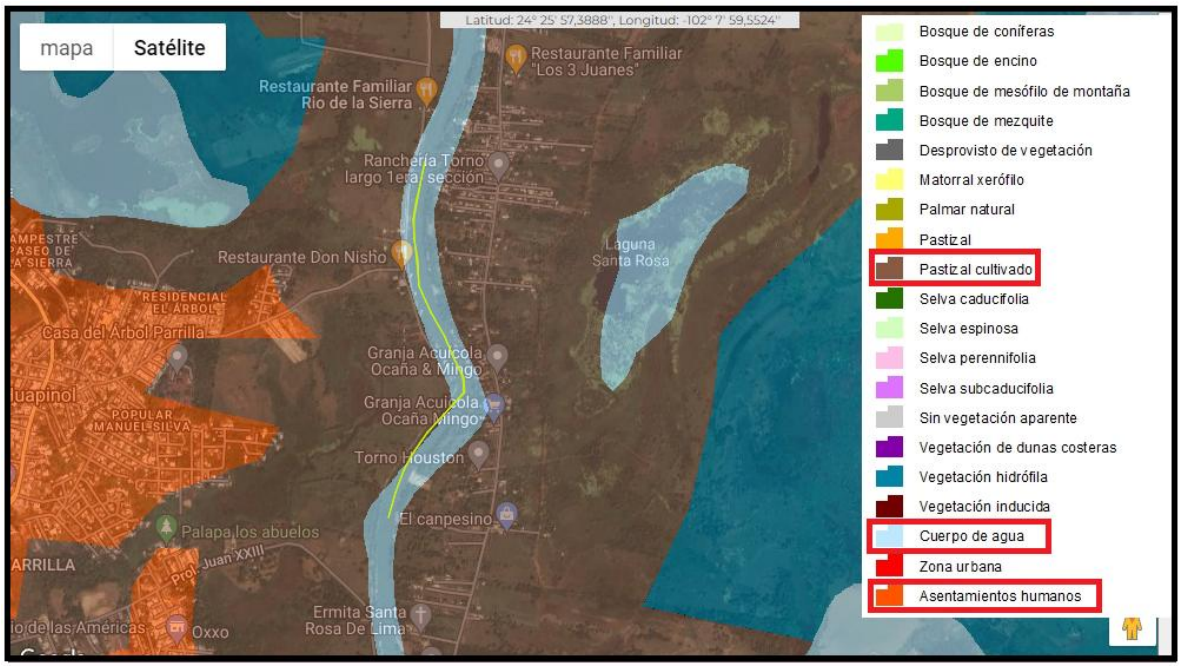


Fig. 11 Serie VI INEGI 2017, Uso de suelo y vegetación.

De acuerdo con los datos obtenidos de la sobre posición de la zona donde se pretende realizar la construcción “PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO”, por el sistema de información geográfica para la evaluación del impacto ambiental (SIGEIA), se obtuvo que de acuerdo con la capa de usos de suelo y vegetación SERIE VI ENEGI 2017, la zona federal presente tiene un como uso de suelo **“Pastizal Cultivado”.**

Respecto al uso que presenta el río de la Sierra esta no presenta algún uso de forma particular, y como usos más frecuentes se encuentra el de ser “cuerpo receptor de aguas residuales provenientes de asentamientos humanos y en pequeña proporción es empleado para el riego de superficies agrícolas y para el abrevadero de ganado; el río de la Sierra es utilizado para la navegación y se practica la pesca de subsistencia por algunas personas.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El presente proyecto consiste en la construcción de la "PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO" a través de la construcción de un Espigón nuevo y rehabilitación de 4 espigones existentes, asi como la construcción de un recubrimiento marginal, los cuales se situarán sobre la margen Derecha del rio de la Sierra, dicho recubrimiento marginal será de roca y los espigones de bolsacreto.

Para construcción de dichas obras, los camiones tipo volteo trasportarán desde los bancos de material al sitio de construcción la roca necesaria para la construcción del recubrimiento marginal, para ser depositados sobre el eje de su construcción y para el caso de los espigones de bolsacreto, serán rellenados en la misma área a través de mangueras y personal equipado.

Por medio de retroexcavadoras el material pétreo se moverá y dará forma al recubrimiento marginal asi como a los espigones de bolsa creto de acuerdo con sus especificaciones constructivas.

Para acceder al sitio, existen caminos de acceso y las condiciones optimas para llegar hasta el área del proyecto.

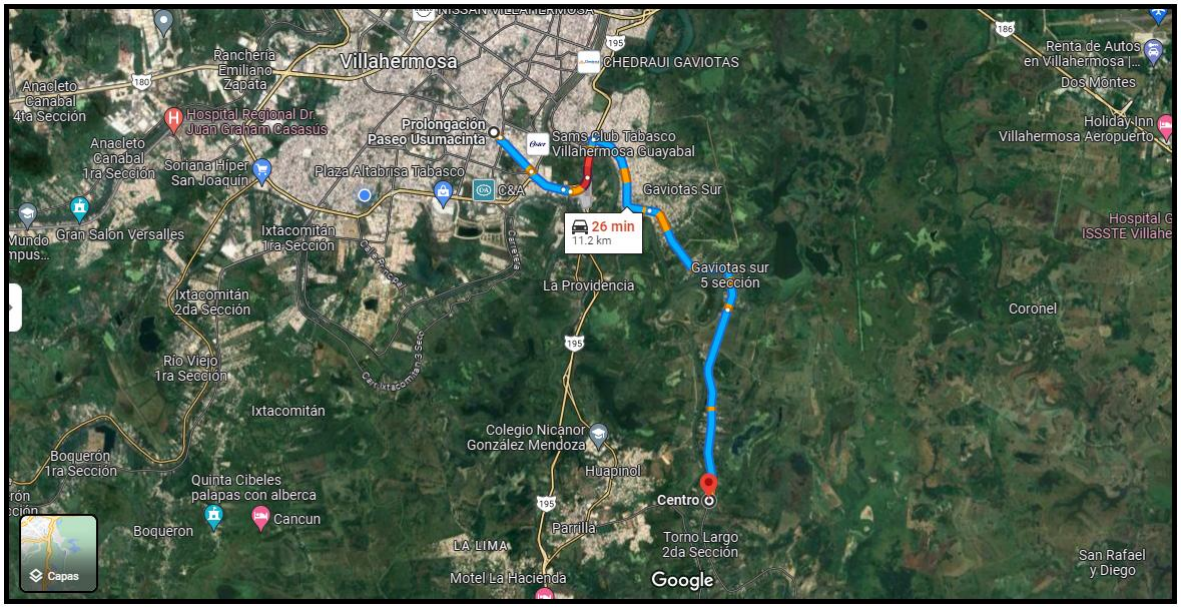


Fig.12 Instituto mexicano del trasporte – Red Nacional de Caminos



Debido a que las obras se realizaran dentro de una jornada laboral diurna, y que su construcción no requiere de equipos especiales que ameriten electricidad, o algún tipo de infraestructura adicional o de apoyo, no se requerirá la construcción o generación de nuevos caminos ni la de nueva infraestructura de cualquier tipo, ya que la zona presenta los requerimientos esenciales para el acceso al sitio de las obras y actividades.

II.2 Características particulares del proyecto.

El presente proyecto consiste en la construcción la protección marginal a base de roca y espigones de bolsa creto de diferentes dimensiones, los cuales por ser obras hidráulicas de protección se ubicarán dentro del cauce del río la Sierra.

A continuación, se presentan las características constructivas de las obras:

Descripción para la Construcción de la Protección Marginal		
Tipo de obra	**Actividad**	**Volumen m3**
Recubrimiento marginal de 35 metros de ancho por 60 metros de longitud en promedio.	Suministro y colocación de enrocamiento desde tierra o agua para formación de recubrimientos, con diámetro mínimo de 0.50 m, incluye: obtención, carga, descarga y colocación	1,691.96
Volumen del material		

Fuente Plano: Planta de conjunto particular del proyecto Clave: PL-CON-PART-PROY-01

CUADRO DE DATOS Y VOLUMENES DE ESPIGONES								
Espigón	Longitud de trabajo	Morro	Elev. Inicial	Elev. Final	Pend. %	Vol (m^3)	Tapete Vol (m^3)	Geotextil área (m^2)
1 (Nuevo)	18.57	7.97	6.25	4.50	10.80	747.51	184.65	844.49
2 (Rehabilitación)	19.90	11.02	6.00	4.50	11.30	867.70	272.70	1264.87
3 (Rehabilitación)	18.93	13.86	6.50	4.50	13.20	724.61	429.16	1646.21
4 (Rehabilitación)	15.10	6.93	6.00	4.50	13.20	536.20	178.13	764.53
Total						2,876.02	1,064.64	4,520.10

Fuente Plano: Planta de conjunto particular del proyecto Clave: PL-CON-PART-PROY-01

Para la construcción total del recubrimiento marginal se ocupara un total de roca de 1,691.96 m^3 y para la construcción y rehabilitación de espigones se ocupara un área de 4,520.10 de tendido de geotextil no tejido de poliester de 350 gr/m2 cocido en



los traslapes, y para la formación del tapete antisocavación (con mortero premezclado f`c=100 kg/cm2) con bolsa de cimbra textil una cantidad de 1,064.64 m3 y 2,876.02 m^3 para la formación de espigones (con mortero premezclado f´c = 100 kg/cm2) con bolsas de cimbra textil con mortero en estado plástico de en la margen derecha del rio la Sierra.

Respecto a la superficie que se utilizara de forma temporal, esta se ubicara adyacente a las obras por construir, sobre la margen derecha del rio la Sierra, en dichas superficies se realizaran de forma temporal actividades como, patio de maniobras, colocación de almacén, contenedores para la recolección de residuos, letrinas sanitarias, etc., a la conclusión de las actividades constructivas, se retiraran por completo dejando el sitio en las mismas condiciones.

II.2.1 Programa General de Trabajo.

El presente proyecto consiste en la construcción de un recubrimiento marginal, un Espigón y rehabilitación de 3 espigones los cuales se ubicarán en la margen derecha del Rio la Sierra, en el municipio de Centro, Tabasco.

Teniendo en cuenta el número de las obras que lo integran, así como factores sociales y administrativos que pudieran aplazar las actividades del proyecto, la promovente solicita un periodo de tiempo de 5 años (60 meses) para realizar **la etapa** de **preparación del sitio y construcción** y **50 años** (**600 meses**) para la **operación** y mantenimiento de las obras consistentes en la construcción y rehabilitación de espigones y un recubrimiento marginal.

Tabla 7.- Programa de Trabajo.

Etapa y Actividad	Año1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				Año 1 a 50			
	Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimestre							
Preparación del sitio y construcción																								
Espigones																								
Trazo y nivelación del terreno																								
Limpieza, desmonte y desenraice																								
Formación de delantales																								
Formación de cuerpos de espigón																								
Recubrimiento marginal																								
Trazo y nivelación del terreno																								
Limpieza y desmonte																								
Excavaciones y afine de talud																								
Acarreo de materiales para la formación de recubrimiento																								
Formación de delantal de protección																								
Formación de recubrimiento de talud																								
Operación y mantenimiento.																								

Las actividades que pretenden desarrollarse como parte de la etapa de preparación del sitio y construcción consisten en el traslado del equipo que se utilizara, así mismo como la colocación de infraestructura de apoyo (letrinas sanitarias portátiles, para uso del personal, recipientes para la colecta de residuos y la colocación de letreros alusivos a la protección de la flora y fauna en los sitios donde se realizara la construcción de cada una de las obras esto exclusivamente en la etapa de preparación del sitio y construcción

II.2.2 Representación gráfica regional.

El presente proyecto consiste en la construcción de espigones de bolsa creto y recubrimiento marginal a base de roca todas sobre la margen Derecha del rio la Sierra, se ubica en la subregión Centro.

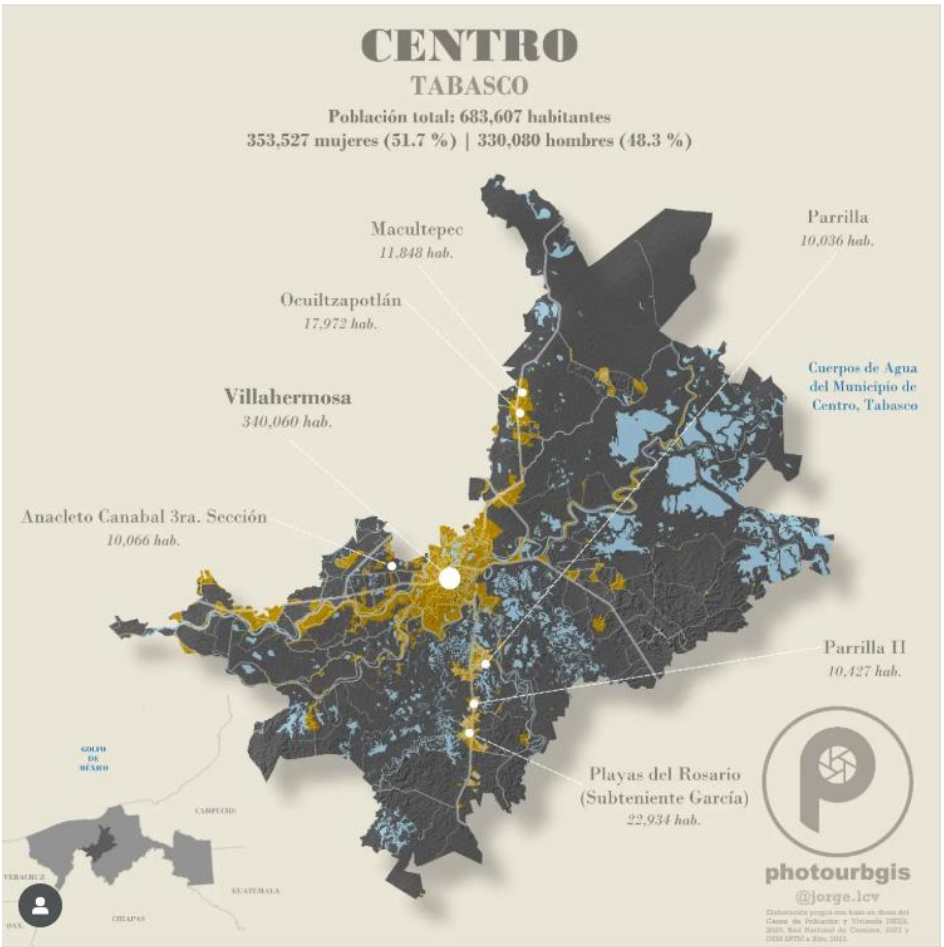


Fig.13 Municipio de Centro, en relación con el estado de Tabasco.

De acuerdo con las características constructivas y a su ubicación, la totalidad de la superficie permanente será de: 6,300.19 m^2, que se empleará para la construcción de todas las obras. De los cuales 506.5 m^2 se ejecutarán en tierra (Zona Federal) y 5,822.89m^2 dentro del cuerpo de agua (Rio la Sierra).

Los municipios que la integran son:

Se localiza en la **Sub-Región Centro,** Los municipios que la integran son:

- **Centro**
- Nacajuca
- Jalpa de Méndez

El proyecto se ubica específicamente en la Ranchería Torno Largo 1era Sección, del municipio del **Centro, Tabasco.**

II.2.3 Representación gráfica local.

El presente proyecto consiste en la construcción la protección marginal de diferentes dimensiones, todas sobre la margen Derecha del río la Sierra, en la Localidad de Torno Largo 1era Sección. Dentro del municipio de Centro, Tabasco.

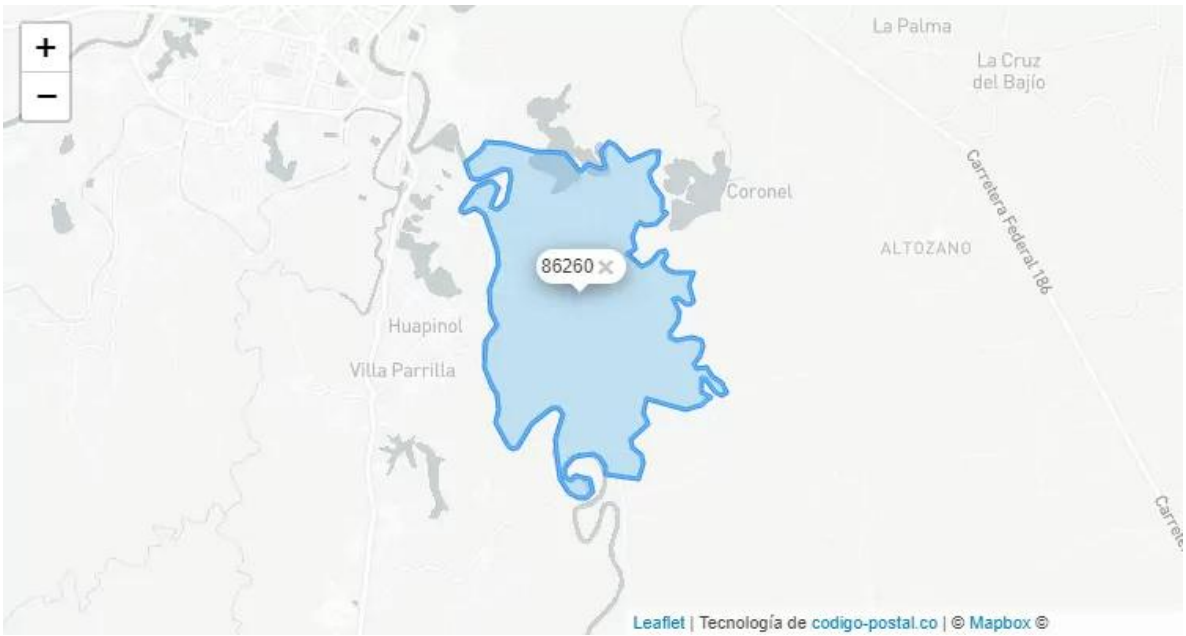


Fig.14 Ranchería Torno Largo 1era Sección, en el municipio de Centro, Tabasco.



II.2.4 Preparación del sitio.

El proyecto consiste en la construcción de espigones y recubrimiento marginal, los cuales se ubicarán sobre la margen Derecha del Rio la Sierra, como ya se mencionó con anterioridad, dichas obras son de tipo hidráulica de protección por lo que se ubicaran dentro de la superficie que corresponde al cauce del río y solo un pequeño parte de ellas se ubicara en tierra específicamente sobre su Zona federal o barrote.

Siendo que se pretenden construir obras del tipo hidráulicas, se realizará el trabajo necesario previo a la construcción para definir puntos, distancias, ángulos y cotas que serán marcados en el campo partiendo de los planos del proyecto y datos que serán suministrados.

- **Trazo y la nivelación**

Serán ligados a los bancos de nivel ya establecidos y establecerá el estacado necesario en el área por construir. Estas actividades se realizarán por medio de brigadas topográficas.

- **Desmonte y Despalme**

El desmonte y despalme es la actividad que se tendrá que efectuar para eliminar de acuerdo con lo señalado en el proyecto las capas superficiales de terreno natural, que por sus características no sean adecuadas para utilizarse en la construcción de la obra esta actividad se ubicara en tierra específicamente sobre el barrote del rio.

Esta actividad también se podría aplicar a las áreas de ocupación temporal.

- **Movimiento de maquinaria,**

Se trasladará la maquinaria y equipo hasta el área del proyecto



II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

- **Equipo e instalación de infraestructura de apoyo.**

Como obras y actividades provisionales al proyecto se encuentra, la colocación de almacenes temporal, letrinas sanitarias y colocación de contenedores para residuos sólidos urbanos.

Todas las obras y actividades anteriormente mencionadas se establecerán desde el inicio de las actividades y se retirarán en su totalidad a la conclusión de las actividades constructivas.

El almacén temporal, estará ubicado sobre las superficies de tipo temporal manifestadas para cada una de las obras, estará construido a base de materiales reutilizables y desmontables, por lo que a la conclusión de las actividades se retirará por completo del sitio, este almacén no requiere de ningún tipo de obra civil ya sea construcción de piso, columnas de concreto o losa.

En el almacén se resguardarán el equipo y herramienta de trabajo, de igual manera los contenedores de residuos se colocarán en las áreas de generación, desde donde serán colectados para su envió a disposición final a través de una empresa autorizada.

Para el caso de las letrinas sanitarias, estas se ubicarán en sitios estratégicos a lo largo de la zona de las actividades, dichas se ubicarán sobre lainer para evitar y minimizar los riesgos de infiltración hacia el suelo, esta actividad no requerirá la generación de infraestructura civil, por lo que, a la conclusión de las actividades constructivas, serán retiradas en su totalidad del sitio.

Los contendores para residuos sólidos urbanos al igual que las letrinas se ubicarán en puntos estratégicos y estarán colocados sobre lainer para minimizar los riesgos de infiltración al subsuelo, de igual forma no requerirán la construcción de algún tipo de infraestructura toda vez que la infraestructura en la cual se ubicaran es portátiles y armables, por lo que se armaran en el sitio y al término de las actividades, se desarmaran y se retiraran en su totalidad.



II.2.6 Etapa de construcción.

Las actividades que integran la etapa constructiva de las obras que describen continuación:

- **Excavación de cualquier material**

De acuerdo con el plano de Ubicación de Bancos de Materiales Pétreos con Clave BAN-MAT-PET-01, los bancos más cercanos al área del proyecto son:

1. La distancia del banco de material Tortuguero a la zona de estudio es de 55 km.
2. La distancia del banco de material Catsa a la zona de estudio es de 59 km.
3. La distancia del banco de material Samaria a la zona de estudio es de 51 km.

Las distancias indicadas en este croquis de los bancos de materiales a los sitios de la obra son aproximadas y fueron consideradas para efecto del presupuesto base, por lo que la distancia real será aquella que determinen la supervisión y la empresa contratista, a partir de la ruta definitiva del transporte de los materiales.

La distancia corresponde a los bancos propuestos en el proyecto, considerando los materiales con las propiedades más convenientes para la obra, estos podrán ser diferente si la supervisión y dependencia aprueban algún otro banco más cercano que cumpla con las características requeridas para los fines del proyecto.

Del banco seleccionado, la supervisora ambiental se asegura que cuente con las autorizaciones correspondiente por la autoridad competente.

Obra terminada:

Las obras para construir se les proporcionan sus características constructivas de acuerdo con los planos del proyecto, mismo que se encuentra en el **Anexo H,** asi como el estudio hidráulico, hidrológico y de socavación.

II.2.10 Utilización de explosivos.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, no se contempla la utilización de explosivo, en ninguna de las distintas etapas del proyecto.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Durante la construcción de los espigones y recubrimiento marginal todos sobre la margen derecha del río la Sierra, se generarán emisiones a la atmosfera, provenientes del empleo de la maquinaria, equipo y los generados por el personal que se encuentre laborando en las diversas actividades constructivas.

A continuación, se enlistan los tipos de residuos que se generan en las etapas de construcción como, emisiones y fuentes que la generan.

Tabla 8. Generación de residuos.

Actividad	Tipo	Residuo o emisión	Fuente generadora
Construcción	Residuo solido urbano	Restos de alimento Botellas de plástico Latas de aluminio Envolturas plásticas	Personal que se encuentre laborando en la obra.
	Residuos de manejo especial.	Aguas residuales	Personal que se encuentre laborando en la obra.
	Emisiones	Polvo.	Tránsito y maniobras de la maquinaria.
		Ruido.	Motores de la maquinaria y equipo de combustión interna.
		Co2, Co, No, So2, Hollín.	Escape de los motores de combustión interna que utilicen Gasolina o Diésel.

Tabla. Tipos de residuos que se generan en las etapas de construcción.

De acuerdo con el tiempo estimado en que se realizaran las actividades constructivas de las obras y en base a los residuos que se identificaron que serán generadas, a continuación, se presenta el cálculo de los volúmenes que se generaran.

Residuos sólidos Urbanos.

Tabla 9. Volumen promedio de Residuos que se generarán durante las actividades del proyecto.

Tipo	Diario Kg/persona	Semana Kg/persona	Mensual Kg/persona	Año Kg/persona	Fuente generadora
Restos de alimento Botellas de plástico Latas de aluminio Envolturas plásticas	0.5	3.5	15	182.5	Personal que se encuentra laborando

Fuente. Residuos sólidos urbanos - Gobierno de México
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS-_ENCARTE.pdf



En promedio en el área del proyecto solo se encontrarán 4 personas. Por lo que al año se generarían en promedio 730 kg de RSU.

Etapa de preparación del sitio y construcción. 5 años se generarán 3,650 kg de RSU

Etapa de Operación: 50 años, NO aplica

Residuos de manejo especial.

Tipo	Diario l/persona	Semana l/persona	Mensual l/persona	Año l/persona	Fuente generadora
Aguas residuales sanitarias	0.8	5.6	24	292	Personal que se encuentra laborando

Cada persona genera en promedio 1.2 litros entre sólidos y líquidos este valor Varía en función de la hidratación de cada persona.

En promedio en el área del proyecto solo se encontrarán 4 personas. Por lo que al año se generarían en promedio 1,168 l de RME. (Aguas residuales).

Etapa de preparación del sitio y construcción. 5 años se generarán 5840 l. de RME (Aguas residuales)

Etapa de Operación: 50 años, NO aplica

Residuos peligrosos

Dentro del área del proyecto no se realizarán actividades de mantenimiento a maquinaria, vehículos o equipos, por lo que no se tiene contemplado la generación de Residuos peligrosos

II.2.12 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.

Los residuos que se generaran son de 2 tipos los residuos sólidos urbanos y las aguas residuales, los residuos sólidos serán colectados y manejados adecuadamente.

En contenedores con tapa de 200 litros de capacidad, metálicos o de plástico debidamente identificados y ubicados en áreas de fácil acceso, colocados sobre una capa impermeable con borde tipo cenicero, para que en el caso de filtraciones



o caída de los tanques este tenga la capacidad de retener los residuos, minimizar riesgos de derrames o infiltración al subsuelo.

Posteriormente a ello serán enviados a disponer de forma final a un centro de disposición final autorizado, en el municipio de Centro, Tabasco.

Por su parte las aguas residuales generadas serán colectadas en letrinas sanitarias y dichas aguas residuales serán dispuesta de forma final y adecuada por la persona moral o física que preste el servicio de letrinas sanitarias, o bien a través de una empresa autorizada para el trasporte y disposición final de los RME (Aguas residuales).

Por todo lo antes enunciado, la región cuanta con los servicios necesarios para la disposición final de los residuos por generar y no será necesario la generación de nueva infraestructura para la disposición de dichos residuos por generar.



III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

El presente proyecto denominado **"CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHO DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"** tiene como objetivo disminuir la erosión que sufre la margen Derecha del río la Sierra mediante la construcción de la protección marginal, con la misma se contempla la protección de vías de comunicación, localidades, actividades económicas y en general la vida y el patrimonio de las personas.

En este capítulo se efectuará la vinculación de las actividades a realizar como parte del proyecto, con la legislación ambiental vigente, normatividad, programas de ordenamiento ecológico y demás disposiciones aplicables.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 1 Segundo párrafo.	Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.	Las **obras** que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la Construcción de la protección de la margen derecha del Río la Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco, proyecto que, al ejecutarse cumple con lo establecido en el presente artículo, considerando que el proyecto tiene como objetivo disminuir la erosión que sufre la margen del río mediante la construcción de la protección marginal
Artículo 4 Tercer párrafo.	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.	Las actividades para realizar como parte del proyecto, dan cumplimiento a lo establecido en el presente artículo, lo anterior, considerando que las acciones a realizar tienen la finalidad de



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
		desarrollar infraestructura de protección hidráulica, que tiene como objetivo disminuir la erosión que sufre la margen del río la Sierra. Con las acciones a realizar, el promovente, administrador del recurso agua, garantiza el derecho de las personas de localidades cercanas, a tener un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Leyes y reglamentos federales.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 2	Se consideran de utilidad pública: Fracción V. La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.	Actualmente, con el cambio climático, se presentan lluvias intensas, con mayor frecuencia, a lo largo y ancho de toda la región, lo cual, causa severas afectaciones a centros poblacionales, actividades económicas, pero sobre todo ponen en riesgo la vida de las personas. Con la construcción de la protección marginal en un tramo de la margen derecha del rio la Sierra se disminuirá la erosión que sufre la margen actualmente en el rio. Y con ello el azolvamiento a lo largo de su cauce.
Artículo 28 Fracción I, X.	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar	Las acciones por realizar, al ser de tipo hidráulicas, **inciden** en la **fracción I** del presente artículo, por lo cual, previo a la realización de las actividades propuestas, para el proyecto, Construcción de la protección de la margen derecha del Rio la Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco, se somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.**	Así como también está vinculada a la fracción X, ya que se realizarán obras en la zona federal del cuerpo de agua.
Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Se elabora la Manifestación de Impacto ambiental presente, en su modalidad Particular dentro de la cual se hace una descripción del proyecto, de las características del sitio, así como también se describen las afectaciones que pudieran originarse al ejecutarse todas las etapas del proyecto, proponiendo a su vez medidas de mitigación para contrarrestar los efectos de dichos impactos, dando cumplimiento al presente artículo.
Artículo 35 BIS	Las personas que presten servicios de impacto ambiental serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se	Se presenta Carta Responsiva, firmada por los responsables técnicos encargados de realizar la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, la cual se firma bajo protesta de decir verdad y se indica que, en la evaluación de esta se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	efectivas, dando cumplimiento a lo dispuesto en el presente artículo.
Artículo 110 Fracción II.	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: Las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Con la ejecución de las actividades del proyecto, se prevé que se generen emisiones a la atmósfera, provenientes de fuentes móviles, vehículos y maquinaria que funcionan a base de combustión interna. Se dará cumplimiento a lo dispuesto en el presente artículo, mediante la aplicación de una serie de acciones y medidas de mitigación y otras de tipo compensación relacionada a las emisiones de contaminantes, durante el tiempo de realización de las actividades del proyecto. Entre las medidas de mitigación se encuentra la aplicación de un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, el cual contiene acciones calendarizadas de mantenimiento de la maquinaria y equipo en talleres establecidos y autorizados, con la finalidad de reducir las emisiones que generaran los motores de combustión interna.
Artículo 117 Fracción IV.	Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	Con la ejecución de las actividades del proyecto, se prevé la generación de aguas residuales de origen sanitario provenientes de la presencia de actividad humana en el sitio. Para evitar la contaminación del agua y suelo, por la generación de las aguas residuales generadas, se colocarán letrinas sanitarias portátiles, en las cuales se colectarán las aguas generadas. Esto exclusivamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción Las letrinas se colocarán sobre Liner tipo cenicero con el objeto de minimizar los riesgos de filtración de las aguas hacia el subsuelo suelo; la disposición final de las aguas residuales generadas, serán efectuadas por medio de una empresa autorizada que preste el servicio de



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
		renta de letrinas, la cual, de igual forma brindará el servicio de limpieza periódica a las letrinas. La evidencia del buen manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales se realizará mediante la presentación de fotos del uso adecuado de las letrinas sanitarias y de contrato de prestación de servicios con empresa autorizada, dentro del informe de cumplimiento del proyecto.
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;	Con la finalidad de prevenir contaminación del suelo, se efectuará un manejo adecuado de los residuos, por tal motivo se elabora el programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos (RP). Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos se depositarán en contenedores con tapa y estarán identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre terreno plano y firme con cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del Río o de cualquier otro cuerpo de agua. Los residuos generados durante el periodo de tiempo en que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final a través de empresas autorizadas; estas acciones y demás, se encuentran descritas a detalle en el programa de manejo y disposición final de residuos.
Artículo 150	Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La	El traslado y disposición final de los residuos peligrosos que sean generados por las actividades del proyecto, serán manejados por medio de una empresa especialista autorizada por la autoridad para el manejo adecuado de estos residuos, emitiendo un manifiesto de manejo de residuos, que funcionará como evidencia del manejo adecuado de residuos.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, rehusó, reciclaje, tratamiento y disposición final.	
Artículo 155	Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites, y en su caso, aplicar las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	Durante la ejecución de las actividades del proyecto se verificará el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, de acuerdo con las emisiones de ruido. Se propone la ejecución de un programa de mantenimiento a maquinaria y vehículos, le cual se integra de forma anexa a la presente manifestación. Con lo anterior se atiende lo dispuesto en el presente artículo.

Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del Impacto Ambiental.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la



Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Articulo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **A) Hidráulicas** **III.** Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas; y **R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o <u>zonas federales</u>** I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas	El presente proyecto se refiere a la construcción de la protección marginal con el objetivo disminuir la erosión que sufre la margen del río por lo que es totalmente vinculante con las obras a las que se refiere el art 5 fracción A inciso III y R inciso I ya que las obras y actividades se realizaran dentro del cauce del rio y su zona federal. Por lo anterior, la promovente somete al PEIA, previo a su realización, la presente MIA-P del sector hidráulico, la cual contiene, las características técnicas de las actividades a realizar, las características del sitio donde se construirá la protección, los impactos que se generaran, así como las medidas de mitigación y/o compensación por aplicar para que dichos impactos no rebasen los límites máximos establecidos por la normatividad aplicable.
Artículo 12	La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción del proyecto; **III.** Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; **IV.** Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el	De acuerdo con la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se debe elaborar para la autorización del proyecto, se integran los capítulos especificados en el presente artículo.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	área de influencia del proyecto; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; **VI.** Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; **VII.** Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	
Articulo 51	La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.	Las obras y actividades que se pretender son promovidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Dirección Local Tabasco, el cual es un órgano desconcentrado de la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual se creó mediante decreto publicado Diario Oficial de la Federación tomo CDXXIV de fecha lunes 16 de enero de 1989. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es considerada con acreditada solvencia por lo que no está obligada a realizar depósitos o fianzas legales, por lo cual la aplicación de las medidas de mitigación o compensación que se proponen para mitigar y compensar los impactos que generar las actividades sobre el medio, la flora y la fauna, las aplicara sin sujetarse a exigencias de presentar pólizas que garanticen todas y cada una de las medidas propuestas.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la



Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. En la siguiente tabla se presenta la vinculación con el Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 13	Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico	Como parte de las actividades constructivas del proyecto, se requerirá el uso de vehículos y equipos, los cuales funcionan a base de motores de combustión interna, que ocasionarán emisiones a la atmósfera. Como medida preventiva, para contrarrestar el efecto de las emisiones generadas por el proyecto, se aplicarán una serie de acciones que se describen en el capítulo VI, donde se describe la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y maquinaria que será utilizado. Esto exclusivamente en la etapa de preparación del sitio y construcción. Lo anterior, a fin de garantizar que dichas emisiones, no excedan los niveles máximos permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable.
Artículo 28	Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría.	

Ley de aguas Nacionales.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Articulo 7	Se declara de utilidad pública: Fracción IX	Con la ejecución del proyecto denominado Construcción de la protección de la margen derecha del Rio la Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco, se contará con

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	La prevención y atención de los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios que pongan en peligro a personas, áreas productivas o instalaciones.	infraestructura hidráulica para disminuir la erosión que sufre la margen derecha del río la Sierra mediante la construcción de la protección marginal. Por tal motivo, las actividades propuestas dan cumplimiento al presente artículo, toda vez que es una obra hidráulica, que pretende detener la erosión que sufre la margen derecha del río y con ello conservar las márgenes salvaguardando las vías de comunicación, así como el patrimonio y las actividades económicas, de la zona
Artículo 11 BIS 1	La Comisión" se considerará de acreditada solvencia y no estará obligada por tanto a constituir depósito o fianzas legales, ni aun tratándose de juicios de amparo. Los bienes de "la Comisión", a efectos de la prestación directa de sus servicios serán inembargables.	La promovente está considerada con solvencia, y efectuará las medidas propuestas en la presente MIA-P y las sugeridas o impuestas por la autoridad competente, pero sin sujetarse a exigencias de presentar pólizas que garanticen la aplicación de las medidas de mitigación o compensación.
Artículo 83	“La Comisión”, a través de los Organismos de Cuenca, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con personas físicas o morales, deberá construir y operar, según sea el caso, las obras para el control de avenidas y protección de zonas inundables, así como caminos y obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento de las tierras y la protección a centros de población, industriales y, en general, a las vidas de las personas y de sus bienes.	Las actividades para realizarse como parte del proyecto dan cumplimiento el presente artículo toda vez que se pretende realizar la protección a la margen derecha del rio la Sierra, por lo cual es una obra hidráulica, que disminuirá la perdida de la margen del río debido a la erosión que sufre y con ello conservar las márgenes salvaguardando el patrimonio y las actividades económicas, de la zona.
Artículo 86 BIS 2	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia	La promovente realizará el proyecto, aplicando una serie de medidas tendientes a minimizar y compensar los impactos producidos por las obras que se realizaran, con la finalidad de mitigar las posibles afectaciones al medio.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	Entre las medidas que se aplicarán se encuentra la colocación de contenedores para el depósito de los residuos que se generen durante las actividades, dichos contenedores estarán debidamente etiquetados y colocados sobre Liner impermeables con lo cual se evitará la contaminación de suelo y agua con dichos residuos. Otra medida que se implementará es la colocación de letrinas sanitarias portátiles al igual que los contenedores para los residuos sólidos y peligrosos, las letrinas se ubicarán alejadas de cualquier cuerpo de agua por lo menos 10 metros. Estas y demás medidas de mitigación, se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente MIA-P.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 127	"La Comisión" fomentará el establecimiento de programas integrales de control de avenidas y prevención de daños por inundaciones, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas que al efecto se requieran. Dentro de la programación hidráulica se fomentará el desarrollo de proyectos de infraestructura para usos múltiples, en los cuales se considere el control	Las actividades por realizarse como parte del proyecto dan cumplimiento al presente artículo, ya que se conciben como acciones para proteger la margen derecha del Rio la Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco, y así evitar que se siga perdiendo la margen del río lo cual pone en riesgo infraestructura de uso público, vías de comunicación, las actividades económicas de la zona, el patrimonio de los habitantes y sobre todo la vida de las personas.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	de avenidas y la protección contra inundaciones.	
Artículo 151	Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Las actividades para realizarse como parte del proyecto dan cumplimiento al presente artículo, ya que, durante la ejecución de este se efectuarán una serie de medidas y acciones tendientes a evitar la contaminación del agua. Entre las medidas que se aplicaran se encuentra la colocación de contenedores para el depósito de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante las actividades, dichos contenedores estarán debidamente etiquetados y colocados sobre Liner impermeables con lo cual se evitara la contaminación de suelo y agua con dichos residuos. Para el caso de las aguas residuales generadas se colocarán letrinas sanitarias portátiles; para el manejo de las aguas residuales generadas. Tanto las letrinas sanitarias como los contenedores para el depósito de los RSU generados, estarán situados alejados por lo menos 10 metros de cualquier cuerpo de agua y sobre un Liner para evitar los riesgos de fugas, derrames o infiltración de contaminación al suelo o agua. Estas y demás medidas de mitigación, se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente MIA-P.

Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos.

La presente es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de



manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 10.	Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.	Con la finalidad de efectuar un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, se elabora el programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU). Los residuos sólidos urbanos se depositarán en contenedores con tapa y estarán identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del Río o de cualquier otro cuerpo de agua. Los residuos sólidos urbanos generados durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final
Artículo 18	**Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Como parte de las actividades del proyecto, se generarán residuos sólidos urbanos, los cuales se subclasificarán en el sitio en orgánicos e inorgánicos, posteriormente serán trasladados hasta sitios autorizados para su disposición final. Los residuos sólidos urbanos generados durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final
Artículo 31.	Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:	El proyecto no se refiere a productos generados en comercios, y dada las características de la obra no se contempla la generación de RP, pues no se pretende dar mantenimiento de ningún tipo a la maquinaria a utilizar en el sitio del proyecto. Estos, en caso de ser necesario se enviarán a talleres especializados para su mantenimiento. sin embargo, solo en un caso extraordinario de generación serán manejados de manera
Artículo 40.	Los residuos peligrosos deberán ser manejados	



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	adecuada, conforme a las especificaciones establecidas en la LGPIR y su reglamento.
Artículo 41	Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Dada las características de la obra no se contempla la generación de RP, pues no se pretende dar mantenimiento de ningún tipo a la maquinaria a utilizar en el sitio del proyecto. Estos, en caso de ser necesario se enviarán a talleres especializados para su mantenimiento. Solo en los casos que pudieran ser necesarios Los residuos peligrosos que puedan ser generados por las actividades del proyecto, serán dispuestos de manera temporal en las áreas de generación, se colocarán sobre cubiertas impermeables, en contenedores con tapa y debidamente identificados, clasificados de acuerdo con sus características. Para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos, la empresa contratista, contratará los servicios de una empresa que cuente con registro vigente ante la SEMARNAT, los cuales entregará a la contratista un manifiesto, en el cual se evidencie el manejo efectuado a los residuos, y el cual servirá de soporte documental para el cumplimiento en el manejo de residuos.
Artículo 42	Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la	

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	
Artículo 43.	Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	En el área del proyecto no se permitirá realizar actividades de mantenimiento a maquinaria o equipo. Por lo que la empresa empresas contratistas, propietarios de la maquinaria y equipo, que sean contratados para las actividades de construcción de la protección marginal sobre la margen derecha del río la Sierra, serán los responsables de tramitar y contar con el Numero de Registro Ambiental (NRA), en materia de residuos peligrosos. La evidencia del cumplimiento de lo que establece el presente artículo se presentara en los informes de cumplimiento del proyecto de acuerdo con la periodicidad que imponga la autoridad.
Artículo 45	Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.	Los residuos peligrosos que sean generados por la empresa contratista deberán ser dispuestos de manera temporal en recipientes debidamente identificados y clasificados de acuerdo a sus características evitando la mezcla entre ellos estos se colocaran sobre cubiertas impermeables, evitando el contacto con el suelo natural. Dichas acciones se encontrarán contenidas en el programa de manejo de residuos, el cual será diseñado de acuerdo con las disposiciones que establecen las normativas y la legislación en cuanto al manejo de residuos peligrosos.
Artículo 54	Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar	



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
	reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	

Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 4.	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Durante la **Construcción de la protección de la margen derecha del Río la Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco,** se dará cumplimiento al presente artículo, se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna, con el cual se protegerán las especies de fauna que se encuentren cercanas a las actividades y que pudieran ser susceptibles de sufrir daños. Entre las acciones que contiene el programa se encuentra la conformación y preparación de una cuadrilla de trabajadores dirigidos por un especialista ambiental, los cuales realizaran recorridos diarios en los sitios en donde se estén realizando actividades del proyecto,

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
		durante estos recorridos se empleara equipo de ahuyentamiento sonoro no letal para alejar de forma temporal especies de fauna de los sitios con actividades para así evitar que sean dañadas de forma letal. También en los recorridos diarios se ubicada alguna especie de fauna de movilidad lenta o limitada, será capturada y reubicada de forma inmediata en zonas aledañas a donde fue encontrada, previo a su liberación se tomará evidencia fotográfica del individuo y datos morfológicos, así como las coordenadas donde fue ubicada y liberada. Esta y demás acciones, métodos y cronogramas de actividades a realizar, se encuentran descritos a detalle en el programa de rescate y reubicación de fauna.
Artículo 106.	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Durante la **Construcción de la protección de la margen derecha del Rio la Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II) centro, Tabasco,** se dará cumplimiento al presente artículo, toda vez que la promovente aplicará las medidas necesarias para proteger a los individuos de fauna que estén en riesgo de sufrir afectaciones por las actividades del proyecto. Las acciones que se aplicaran se encuentran descritas en el programa de rescate y reubicación de fauna el cual se aplicara desde el inicio de las actividades hasta su conclusión, por lo cual no se dañara ningún individuo de fauna.

Ley General de Cambio Climático.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política

de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 108. Fracción II Inciso a)	Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes. Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia.	Actualmente, como parte de los efectos del cambio climático, se presentan con mayor frecuencia lluvias intensas a lo largo y ancho de toda la región. El objetivo de llevar a cabo la construcción de la protección marginal es disminuir la erosión que sufre la margen derecha del río la Sierra y con ello evitar el continuo colapso que se produce sobre la margen lo cual pone en riesgo infraestructura de uso público, vías de comunicación, sobre todo la vida de personas. De tal manera que el proyecto contribuye en la formulación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.
Artículo 27. Fracción III	La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos: Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático.	Las actividades a realizarse dan cumplimiento al presente artículo, toda vez que, la promovente pretende llevar a cabo la construcción de infraestructura hidráulica, como parte de las obligaciones que presenta la promovente, de acuerdo al artículo 83 de la Ley de aguas nacionales, y en vinculación con las políticas del gobierno de la república, las cuales dirigen esfuerzos hacia la prevención de inundaciones por la ocurrencia de lluvias atípicas, desfogue de presas y desbordamientos de cuerpos de agua.
Artículo 33. Fracción I	Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones.	El proyecto da cumplimiento al presente artículo Aun cuando no está dentro de las facultades que posee la promovente, el promover políticas públicas relacionadas a la protección del medio ambiente a través de la mitigación de emisiones, dentro de las acciones del proyecto, se realizarán acciones de mitigación de la emisión de contaminantes a la atmosfera durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades de construcción de la protección de la margen derecha del rio la Sierra.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
		Entre las acciones que se realizarán para minimizar y mitigar las emisiones a la atmosfera, se encuentra la aplicación de un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, el establecimiento de jornadas de trabajo máximas de 8 horas entre otras. El programa de mantenimiento de maquinaria equipo contiene acciones a realizarle a la maquinaria y equipo para que mantener las emisiones generadas por dichas dentro de los límites establecidos por la normatividad aplicable. Con la aplicación de las acciones contenidas en el programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se contribuirá a mitigar y compensar las emisiones generadas a la atmósfera y con ello se hará frente al cambio climático. El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se presentan de forma anexa a la presente MIA-P.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2º. De la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.



Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 127.	La forestación y reforestación que se realice con propósitos de conservación y restauración en terrenos forestales degradados y preferentemente forestales no requerirán de autorización y solamente estarán sujetas a las Normas Oficiales Mexicanas, en lo referente a no causar un impacto negativo sobre la biodiversidad.	Como parte de las acciones previstas para el proyecto, no se realizarán acciones de forestación o reforestación. Las actividades que se pretenden efectuar como parte del proyecto dan cumplimiento al presente artículo, con la ejecución de medidas de prevención encaminadas a la protección de ecosistemas presentes en el sitio y zonas aledañas.
Artículo 155. Fracción XXVII	Son infracciones a lo establecido en esta Ley: Depositar residuos peligrosos en terrenos forestales o preferentemente forestales, sin contar con la autorización debidamente expedida para ello.	Las actividades por realizar como parte del presente proyecto no incidirán en las infracciones previstas en el presente artículo, toda vez que, aun cuando se generarán residuos derivados de las actividades de construcción, estos no serán depositados o abandonados de manera inadecuada en el sitio de las actividades, ya que, desde el inicio de las actividades hasta su conclusión se implementarán acciones para el buen manejo y disposición final de los residuos que sean generados.

Ley de Derechos y Cultura Indígena del estado de Tabasco.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 2° de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tabasco, en lo relativo a los derechos y cultura indígena; sus disposiciones son de orden público, de interés social y de observancia general en todo el Estado de Tabasco. Tiene por objeto, el establecimiento de la obligación de los poderes del Estado y los Ayuntamientos o Concejos Municipales, en sus relaciones con los pueblos y sus comunidades indígenas, con el propósito de elevar el bienestar social de sus integrantes.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Artículo 10.	Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.	Las actividades a realizarse como parte del proyecto se apegan a lo descrito en el presente artículo, ya que, durante las actividades de construcción de la protección marginal, se implementarán acciones para el buen manejo de los residuos sólidos urbanos, en los sitios de generación.



		Los residuos generados serán trasladados al relleno sanitario más cercano para su disposición final. Las acciones por realizar como parte del buen manejo de residuos se encuentran contenidas en el programa de manejo y disposición final de residuos.

Normatividad Aplicable.

Se indican las Normas Oficiales Mexicanas que regularán las actividades para la realización del proyecto de **"CONSTRUCCIÓN DE LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II) CENTRO, TABASCO**".

VINCULACIÓN DEL PROYECTO.	
NORMATIVIDAD	**VINCULACIÓN**
NOM-001-SEMARNAT-2021	Para la ejecución de las actividades del proyecto de construcción de la protección de la margen derecha del río La Sierra, se generarán aguas residuales provenientes de la actividad humana temporal en el sitio Como parte de las medidas a implementar durante la ejecución del proyecto, se realizará la concentración de las aguas residuales generadas durante la etapa de preparación del sitio y construcción, dentro de letrinas sanitarias portátiles. Con la finalidad de evitar afectación a cuerpos de agua, dichas letrinas se ubicarán por lo menos a 10 metros de distancia de cualquier cuerpo de agua presente en la zona y serán colocadas sobre Liner, para con ello, minimizar los riesgos de contaminación de suelo y agua por derrame o filtración de aguas residuales. La disposición final de las aguas residuales generadas será dispuesta por un tercero que preste el servicio de renta de letrinas que cuente con autorización vigente, quien las llevará a alguna planta de tratamiento de aguas residuales para así disponer de forma final adecuada.



VINCULACIÓN DEL PROYECTO.	
NORMATIVIDAD	**VINCULACIÓN**
NOM-041-SEMARNAT-2006	Para el desarrollo de las actividades del proyecto, se utilizarán vehículos y maquinaria, que funcionan a base de gasolina y diésel, lo cual, debido a la combustión interna de los motores, generarán gases contaminantes y partículas suspendidas. Por tal motivo se aplicará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, el cual contiene acciones a realizar y aplicar para con ello, mantener las emisiones y la generación de ruido y emisiones a las atmosferas, dentro de los niveles máximos permitidos por estas normas. El mantenimiento de la maquinaria y equipo se realizará de acuerdo con un cronograma de mantenimiento, las actividades de mantenimiento se realizarán en talleres fuera del sitio de las actividades. Para minimizar las emisiones de ruido se colocarán aditamentos a los escapes de la maquinaria y equipo con lo cual se reducirá la generación de ruido. Debido a lo anterior todos los vehículos y maquinaria utilizados durante las obras del proyecto cumplirán con lo establecido en las presentes normas, por tal motivo se llevarán a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos periódicos requeridos de acuerdo con el tipo de vehículo, siendo responsabilidad de la empresa contratistas el mantenimiento y verificación de sus equipos y vehículos, lo cual será supervisado por la promovente.
NOM-044-SEMARNAT-2006	
NOM-045-SEMARNAT-2006	
NOM-052-SEMARNAT-2005	Los residuos generados considerados como peligrosos, que sean generados por el proyecto, se dispondrán en sitios impermeables, dentro de contenedores que deberán estar invariablemente identificados y debidamente tapados, para luego ser trasladados por medio de empresas especialistas y con registro vigente a sitios autorizados para su disposición final, conforme a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. Las acciones por realizar como parte del buen manejo de residuos se encuentran contenidas en el programa de manejo y disposición final de residuos



VINCULACIÓN DEL PROYECTO.	
NORMATIVIDAD	**VINCULACIÓN**
NOM-059-SEMARNAT-2010	En cumplimiento a lo dispuesto en la presente norma, durante todo su proceso de preparación del sitio y construcción del proyecto, para esto se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna, con el cual se protegerán las especies de fauna que se encuentren cercanas a las actividades y que pudieran ser susceptibles de sufrir daños. Entre las acciones a aplicar se encuentra un programa de rescate y reubicación de fauna, dicho programa contiene las acciones a aplicar para proteger especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo, tales como la conformación y preparación de una cuadrilla de trabajadores dirigidos por un especialista ambiental, los cuales realizaran recorridos diarios en los sitios en donde se estén realizando actividades del proyecto, durante estos recorridos se emplearan equipo de ahuyentamiento sonoro no letal para alejar de forma temporal especies de fauna de los sitios con actividades para así evitar que sean dañadas de forma letal. Durante los recorridos diarios se ubicarán especies de fauna de movilidad lenta o limitada, serán capturadas y reubicadas de forma inmediata en zonas aledañas a donde fuesen encontradas, previo a su liberación se tomará evidencia fotográfica del individuo y datos morfológicos, así como las coordenadas donde fue ubicada y liberada. Esta y demás acciones, métodos y cronogramas de actividades a realizar, se encuentran descritos a detalle en el programa de rescate y reubicación de fauna.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Con el uso de vehículos, se considera la generación de ruido en el área del proyecto, como parte de las medidas encaminadas a la minimización del impacto causado por el ruido, las actividades de mayor generación de ruido se efectuarán en horarios diurnos, en periodos máximos de 8 horas. Así mismo se verificará que se realicen mantenimientos preventivos y correctivos periódicos requeridos de acuerdo con el tipo de vehículo, siendo responsabilidad de la empresa contratistas el mantenimiento y verificación de sus equipos y vehículos, lo cual será supervisado por la promovente.
NOM-081-SEMARNAT-1994	
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.	Como parte de las medidas de mitigación propuestas dentro del capítulo VI de la presente manifestación, se propone un programa de respuesta a derrame, el cual contiene las



VINCULACIÓN DEL PROYECTO.	
NORMATIVIDAD	**VINCULACIÓN**
	acciones a realizar en caso de presentarse un derrame de sustancia contaminante o hidrocarburo. Dicho programa se presenta de forma anexa a la presente manifestación de impacto ambiental.

Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030.

El **Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030** publicado el Diario Oficial de la Federación el 28/02/2025.

El **PND 2025-2030** tiene una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Tales son los lineamientos en los que se enmarca **el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.**

El **Plan está conformado por 4 Ejes Generales; 1.-**Gobernanza con justicia y participación ciudadana, **2.-** Desarrollo con bienestar y humanismo **3.-** Economía moral y trabajo **4.** Desarrollo sustentable; integran 14 Repúblicas que contienen los 100 compromisos del Gobierno.



Fig 15. Estructura del Plan 2025-2030.

A continuación, se resume el contenido temático de los principales rectores y los cuatro Ejes Generales del Plan.

Principios rectores del plan.

El objetivo del Plan de Nacional de Desarrollo consiste en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo que busca crecimiento económico y sobre todo bienestar. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México, de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.



Fig 16. Ejes Generales del PND 2019-2024.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se realiza la Vinculación del proyecto con el **Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030**, en apego a sus **Ejes Generales, objetivos y Estrategias** en la siguiente tabla:

Tabla 91. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

EJES GENERALES	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN
GOBERNANZA CON JUSTICIA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA.	República Democrática, Justa, Honesta, Libre, Participativa y Responsable	Una demanda legítima de la sociedad por contar con un gobierno que fomente la participación ciudadana y garantice que las decisiones públicas reflejen el interés general, no el de pequeños grupos de poder. Durante décadas, la democracia se restringió a los procesos electorales, mientras que el diseño de las políticas públicas se realizaba sin la opinión del pueblo. Para revertir esta exclusión, desde el sexenio pasado se han consolidado nuevos mecanismos de democracia participativa, promoviendo el diálogo	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la **finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua**, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos o proceso de desfogues de presas ubicadas en el alto Grijalva y con ello **evitar o minimizar** los **riesgos de inundación** de diversas **localidades asentadas** en



		ciudadano como herramienta fundamental para la transformación de la vida pública. El combate a la corrupción también requiere el fortalecimiento del marco legal y la capacitación de las y los servidores públicos en áreas clave.	**zonas inundables** aledañas al río, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo**,** ya que el proyecto a realizar no se refiere a la democracia de la sociedad.
	República Segura y Con Justicia	La desigualdad económica, la exclusión social y la falta de oportunidades han sido factores determinantes en la generación de la violencia. Además, la falta de profesionalización y equipamiento de las fuerzas policiales, así como la debilidad en los mecanismos de inteligencia e investigación, han limitado la capacidad de respuesta de las instituciones de seguridad. La política migratoria debe equilibrar la seguridad con la protección de los derechos humanos, asegurando condiciones dignas para las personas en movilidad.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relación con política migratoria.
DESARROLLO CON BIENESTAR Y HUMANISMO	Republica Fraterna.	Es necesario fortalecer una política de bienestar que amplíe la red de protección social y garantice que los recursos lleguen directamente a los grupos prioritarios, sin intermediarios. Esto permitirá que las familias satisfagan sus necesidades básicas de acuerdo con sus prioridades, con especial atención a los grupos vulnerables. La evidencia demuestra que la transición hacia programas universales y la adopción de transferencias no	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relación con la protección social.



		condicionadas no solo atienden la reducción de la pobreza de manera inmediata, sino que también sientan las bases para un desarrollo más inclusivo, equitativo y sostenible.	
	República Educadora, Humanista y Científica	El fortalecimiento del Sistema Educativo Nacional es clave para garantizar la justicia social e impulsar el desarrollo del país. La Nueva Escuela Mexicana plantea un cambio profundo en el modelo educativo, basado en el desarrollo integral de los estudiantes, con una visión incluyente, equitativa, comunitaria, humanista y científica. En este contexto, el programa La Escuela es Nuestra promueve la democracia participativa y empodera a las comunidades educativas para mejorar la infraestructura escolar. La educación debe estar estrechamente vinculada con la ciencia, el humanismo y la cultura para erradicar la desigualdad y transformar a México en un país más justo, equitativo y sostenible.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que el proyecto a realizar no tiene relaciona alguna con el nuevo modelo de Escuela.
	República De y Para Niñas, Niños y Adolescentes	La obligatoriedad de la educación inicial, decretada en la administración anterior, posicionó a México como pionero en garantizar el derecho de todos los niños a este nivel educativo. Los estudios muestran que la educación temprana tiene impactos positivos a largo plazo, mejorando los logros académicos, las condiciones laborales, y contribuyendo a	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, el proyecto a realizar no tiene relación alguna con la educación temprana en las niñas y niños.



		reducir la pobreza, así como conductas antisociales, mejorando la salud mental.	
	República Cultural y Lectora	Contribuir al bienestar y al humanismo, mediante el apoyo a las personas e instituciones que fomentan el desarrollo de las artes y la cultura. Se promoverá el acceso equitativo a estos recursos para todos los estratos de la sociedad mexicana, reconociendo y celebrando la diversidad de las expresiones artísticas y culturales provenientes de nuestras comunidades.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección**, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, el proyecto a realizar no tiene relación en materia cultural y artística.
	República Sana	Es necesario continuar fortaleciendo el sistema de compra, abasto y distribución de insumos para la salud a través de la implementación de mejoras tecnológicas, mecanismos de cálculo de la demanda y la homogenización de medicamentos e insumos. Garantizar el derecho a la salud para toda la población mexicana, consolidando y modernizando el sistema de salud con un enfoque de acceso universal, que asegure la equidad en la distribución de los recursos y la calidad de los servicios de salud.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección**, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no se refieren a acciones encaminadas con el sector salud y de la población.
	República con Acceso a Vivienda	Establecer un modelo de ordenamiento territorial en el que la vivienda adecuada sea el centro de la planificación del territorio. Esto implica promover la producción de vivienda económica, desacelerar el encarecimiento de suelo, agilizar los procesos burocráticos asociados a la construcción, reducir la	Las actividades por realizar por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. Sección, mismo que, **finalidad que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua**, durante la presencia de



		especulación inmobiliaria, garantizar la dotación de infraestructura, equipamiento y servicios públicos y mejorar los sistemas de información sobre el mercado de vivienda y el cumplimiento normativo en operaciones inmobiliarias.	fenómenos hidrometereológicos o proceso de desfogues de presas ubicadas en el alto Grijalva y con ello **evitar o minimizar** los **riesgos de inundación** de diversas **localidades asentadas** en **zonas inundables** aledañas al río a la altura de la localidad Buena Vista tercera sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo**,** ya que el proyecto a realizar no se refiere a la democracia de la sociedad.
ECONOMÍA MORAL Y TRABAJO	República Con Trabajo y Salario Justo	Restaurar el poder adquisitivo de las familias, promoviendo un ambiente laboral sin discriminación y con igualdad sustantiva entre mujeres y hombres. Desde 1996 hasta 2018, fin del periodo neoliberal, el salario mínimo mensual fue inferior al 90% del valor de la línea de pobreza para zonas urbanas, lo que limitó su capacidad para cubrir las necesidades básicas de la población. Durante la década de los ochenta, México tenía el tercer salario mínimo más alto de Latinoamérica, pero para 2010, ocupaba el antepenúltimo lugar en la región.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección**, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo. Como parte de la ejecución del proyecto, se generarán empleos directos e indirectos locales de tipo temporal.
	República Rural Justa y Soberana	Busca consolidar la transformación del campo mexicano, impulsando la producción nacional para alcanzar mayores niveles de autosuficiencia alimentaria. Este objetivo se alcanzará	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección**, no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente**



		mediante el empleo de tecnologías que aseguren la salud, nutrición y procuren la protección del medio ambiente, mientras garantizamos a las personas campesinas el acceso a sus derechos sociales y el respeto a sus derechos laborales.	**estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no involucra la transformación del campo y el empleo de tecnologías que aseguren la salud, nutrición y procuren la protección del medio ambiente.
	República Próspera y Conectada	Busca consolidar un desarrollo económico inclusivo y con bienestar, bajo los principios del Humanismo Mexicano, con un rol activo del Estado. México debe consolidar una autoridad marítima nacional que regule de manera eficiente y brinde seguridad a las operaciones marítimas y portuarias.	Las actividades por realizar tienen por la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no están relacionadas en consolidar un desarrollo económico inclusivo y con bienestar.
DESARROLLO SUSTENTABLE	República Soberana y Con Energía Sustentable	La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Asimismo, la Estrategia Nacional del Sector Eléctrico debe enfocarse en fortalecer la planeación del sector, garantizar el acceso a electricidad en comunidades sin servicio, modernizar el transporte público con criterios de sustentabilidad y establecer reglas claras para atraer inversión privada.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo, ya que no tiene relación con la política energética y el uso eficiente de la energía.
	República Que Protege El Medio Ambiente y Sus Recursos Naturales	El cumplimiento de la normatividad ambiental debe fortalecerse mediante una supervisión más estricta, la aplicación efectiva de sanciones y la reparación de	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente**



		daños a ecosistemas y comunidades. Finalmente, el diseño y ejecución de la política ambiental requieren una participación de la sociedad. Es fundamental fomentar la educación ambiental, el diálogo multisectorial y la articulación de esfuerzos entre distintos niveles de gobierno para garantizar la conservación del patrimonio natural y cultural de México.	**estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo. Dentro de la evaluación efectuada para el proyecto, en el capítulo VI, se establecen las medidas preventivas y de mitigación, encaminadas al cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables al proyecto.
	República Con Derecho Al Agua	Es fundamental fortalecer y ampliar la infraestructura hídrica, incluyendo la construcción y mantenimiento de acueductos y presas en coordinación con los distintos niveles de gobierno. Asimismo, se deben impulsar proyectos de reciclaje de agua para su uso en riego, minería y recarga de presas, maximizando la reutilización de los volúmenes tratados en las ciudades. Además, se debe promover el uso de tecnologías de desalinización en las zonas con mayor estrés hídrico, garantizando que las descargas de salmuera no afecten los ecosistemas marinos.	Las actividades por realizar tienen por objeto la protección marginal del Rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, **no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia** del Plan Nacional de Desarrollo. Sin embargo, su ejecución minimizará el riesgo de afectaciones al patrimonio de las comunidades asentadas en la zona.

De acuerdo con la vinculación **al Plan Nacional de Desarrollo (PND)** en lo particular y en lo que respecta a sus tres Ejes Generales, los cuales definen las prioridades del desarrollo integral del país, la ejecución del proyecto denominado **CONSTRUCCIÓN DE LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II) CENTRO, TABASCO**, *no se contrapone a las estrategias de estos ejes*. El proyecto se plantea ante la necesidad de mejorar el flujo hidráulico en

el río la Sierra, conteniendo los excedentes de volúmenes de agua extraordinarios disminuyendo la erosión fluvial y reconstruyendo su capacidad hidráulica.

Plan Estatal de Desarrollo 2025-2030 del estado de Tabasco.

La integración de **Plan Estatal de Desarrollo** es el instrumento de planeación más importante en las entidades federativas. Se articulan acciones que serán emprendidas y ejecutadas oír la administración y ejecutadas por la administración en turno en las dependencias, entidades y organismos estatales. Documento que es el resultado de la participación democrática de la sociedad, que permite orientar el gasto público, mediante una planeación que determina las prioridades, programas y proyectos para alcanzar el objetivo principal, que es el bienestar del pueblo.

El **Plan Estatal de Desarrollo 2025-2030**, instrumento fundamental de la planeación, en el que se establecen las políticas públicas con el propósito de mejorar el bienestar de la población, con la participación de los sectores público, social y privado.

La visión del desarrollo estatal debe ser a través de enfoque compartido y articulado entre sociedad y gobierno, por lo que la participación de la población será la base para la definición de los ejes de desarrollo.

El PLED incluye diez ejes transformadores.

1. Empoderamiento del pueblo para la transformación.

La sociedad tabasqueña estará cimentada en la pluralidad, la inclusión y la democracia, por ello, confía en que se aplicará el estado de derecho, disfrutará de una efectiva seguridad pública, participará en la prevención del delito y habrá hecho suya la cultura de autoprotección y gestión integral de riesgos, razón por la cual interactuará con instituciones públicas eficaces, cuyo desempeño fortalecerá la gobernabilidad y se resolverán los asuntos colectivos por medio de políticas públicas sustentadas, que contribuirán a la consolidación de la reconciliación social, a la formación de una ciudadanía responsable y a la observancia efectiva de los derechos humanos.



2. Por el bien de todos, primero los pobres.

Conozco de primera mano las necesidades de las y los tabasqueños, he recorrido el territorio por más de 30 años y aspiro a seguir construyendo, junto con el pueblo, los cimientos de un Estado más justo, democrático y con bienestar para los que menos tienen. Un Tabasco donde la gente sea feliz y la Transformación se consolide.

3. Semilla de la transformación humanista.

La Cuarta Transformación avanza porque es un gobierno que impulsa un desarrollo humanista, es cercano al pueblo, atiende a todas y todos y, da prioridad, a los más necesitados. Las bases para la Transformación del estado de Tabasco tienen sus cimientos en una educación basada en valores y en principios éticos sólidos, sin discriminación ni exclusiones.

4. Tabasco en paz

Desde luego, tenemos previsto invertir en tecnología de última generación y equipamiento, así como medidas para dignificar a los cuerpos policiacos, con acciones de bienestar para ellos y sus familias: mejores salarios, viviendas, becas de estudios para sus hijos, entre otros, pero también desde los Centros Integradores, como columna vertebral, aplicar una política social de rescate del espacio público".

Tabla 102. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030

Objetivos del PLED	Vinculación
4.6.18.1.5	
Incrementar el impacto del SAT en la población tabasqueña mediante la emisión oportuna, confiable y constante de productos de alertamiento temprano atractivos enfocados a fenómenos hidrometeorológicos y geológicos.	El presente proyecto tiene por objeto la protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la **finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua**, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos.



5. Al pueblo los frutos de la transformación.

No podemos olvidarlos, mucha gente vive de lo que se produce en el campo. Los que vivimos en la ciudad, estamos consumiendo alimentos que se producen en el campo y creo que es de justicia que coman los que nos dan de comer, que no se nos olvide quiénes son los que producen de la tierra, quiénes son los que producen los alimentos. Con la producción de los distritos de riego aquí nos subimos todas y todos al Tren Maya, este Tren de la Esperanza y del Desarrollo.

6. Impulso transformador del progreso.

La grandeza de la región de los ríos como parte de la riqueza del Usumacinta será fundamental en la promoción del turismo y desarrollo con justicia de Tabasco, invirtiendo en la mejora de servicios para la atracción del turismo nacional e internacional generando una derrama económica para el progreso de los pueblos del estado.

7. Construyendo la transformación.

Obra pública, motor clave para el progreso y desarrollo sostenible de Tabasco
Necesitamos que entre todas y todos podamos construir el nuevo Tabasco, consolidar lo que ya logramos, vamos a seguir apostándole al desarrollo y a que la inversión llegue a nuestro Estado.

Tabla 11. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030

Objetivos del PLED	Vinculación
7.9.1.1.6 Establecer la transversalidad para la elaboración de los estudios de impacto urbano, ambiental, análisis de riesgos, de vialidad y su congruencia con los programas de desarrollo urbano.	El presente proyecto tiene por objeto la protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la **finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua**, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos. Sin embargo, las actividades a realizar no limitan ni se contrapone con lo establecido en la presente estrategia.

Objetivos del PLED	Vinculación
7.9.4.1 Coadyuvar con los tres órdenes de gobierno y gestionar los recursos necesarios para mejorar la infraestructura y los procesos operativos en materia de agua potable, drenaje y alcantarillado y saneamiento.	El presente proyecto tiene por objeto protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la **finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua**, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos. Las actividades por realizar no tienen relación alguna con los procesos operativos en materia de agua potable, drenaje y alcantarillado y saneamiento.

8. Transformación hacia la salud de todos.

“En el Segundo Piso de la Transformación, la salud es prioridad”.
Habrá salud en territorio con brigadas médicas y campañas de prevención y detección de enfermedades.

Lograr que todos los tabasqueños, tengan acceso a una atención de salud eficiente y digna, priorizando la prevención y detección oportuna de enfermedades con criterios de seguridad y calidad, dentro de los estándares nacionales e internacionales, que garanticen el bienestar individual y colectivo.

9. Austeridad y rendición de cuentas para la transformación.

Seguiremos luchando para que no regresen los privilegios, la corrupción y el abandono. Gobernaremos con Austeridad Republicana. No se comprarán nuevos parques vehiculares, se eliminarán las figuras de secretarios particulares y disminuirán los viáticos para funcionarios públicos. Además, administraremos el presupuesto público con responsabilidad y honestidad. Realizaremos una reestructuración administrativa de gobierno para eliminar la duplicidad y hacer más eficiente la atención a la ciudadanía”.

“El financiamiento para el desarrollo social, económico y de infraestructura se debe trabajar con finanzas sanas, responsabilidad en la función pública, gestión orientada a resultados y un ejercicio permanente de transparencia y rendición de cuentas”.



"Construiremos un Gobierno Digital, que facilite y agilice los servicios públicos a la ciudadanía".

"Ser un Gobierno de Territorio, moderno, eficiente y eficaz en el manejo de los recursos públicos, que oriente al equilibrio financiero y a la austeridad republicana, con innovación tecnológica en los procesos de la gestión administrativa gubernamental, que permita eliminar la duplicidad de funciones y fortalecer la profesionalización de los servidores públicos, para facilitar la atención de todas y todos los tabasqueños, en un marco de legalidad que asegure la transparencia y la rendición de cuentas, como mecanismos para combatir la corrupción".

10. La transformación

"Con la Esperanza de lograr un mejor futuro, trabajaremos por una vida digna en nuestro entorno".

"El programa Sembrando Vida del estado de Tabasco será un regalo para México y para el Mundo".

Tabla 11. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030

Objetivos del PLED	Vinculación
10.13.1.1.1 Establecer tareas de vinculación, orientadas a la aplicación de instrumentos de prevención de contingencias ambientales con instituciones gubernamentales, sector privado y la sociedad en general, que permitan disminuir los efectos nocivos de los daños ambientales	Se plantean medidas de prevención encaminadas al cumplimiento de la normativa ambiental en materia de contaminación, las cuales se indican en el capítulo VI del presente estudio.
10.13.2.1.6 Impulsar la aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco (POERET).	La meta es fortalecer y consolidar el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Tabasco e instrumentar la bitácora ambiental, proporcionando de los proyectos de la inversión. Proponiendo lineamientos, actividades productivas, los cambios de uso de suelo, crecimiento poblacional, los cambios en las actividades económicas nacionales y considerando la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos y el cambio climático con una planeación que permita la conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

Objetivos del PLED	Vinculación
10.13.1.2.3 Establecer acciones para la atención de emergencias ambientales, en materia de fauna y flora.	Como medida encaminada a la protección de flora y fauna, se propone, dentro de la presente manifestación de impacto ambiental, un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual tiene como objetivo, establecer las medidas preventivas y de mitigación, a ejecutar, para proteger las especies de fauna que se encuentren cercanas a las actividades y que pudieran ser susceptibles de sufrir daños por la construcción del proyecto.
10.13.3.1 Reducir la contaminación ambiental, integrando el uso sostenible del agua y el cuidado del aire.	Se plantean medidas de prevención encaminadas al cumplimiento de la normativa ambiental en materia de contaminación, las cuales se indican en el capítulo VI del presente estudio.

De acuerdo con el **Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Tabasco 2024-2030 (PLED)**, establece que, dadas las características físicas e hidrológicas del estado, este presenta una alta vulnerabilidad a inundaciones asociadas a las lluvias atípicas que ocurren con mayor frecuencia, magnitud y gravedad.

Dentro del PLED, se indica que las inundaciones que ocurrieron y afectaron diversos ecosistemas del estado y evidenciaron las limitaciones estructurales de las políticas públicas que se diseñaron sin incluir la variable ambiental, en la orientación del desarrollo de la entidad, hecho que ahora se cuantifica en costos sociales, económicos y ambientales.

Por tal motivo se pretende realizar las obras de protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo primera sección (tramo II), en una superficie total permanente de 6,300.19 m^2, con el objetivo de proteger la infraestructura de uso público, bienes inmuebles, y superficies con actividades económicas (agricultura), adyacentes a las márgenes del río Jolochero.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico



y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB).

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala.

El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

De acuerdo con el SIGEIA, el trazo del proyecto denominado Construcción de la protección de la margen derecha del Rio la Sierra a la altura de la Ranchería torno largo primera sección (Tramo II) centro, Tabasco, se ubica en la **REGION ECOLOGICA: 18.3,** Unidad Ambiental Biofísica **(UAB 135)** donde la política ambiental es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable. Y está vinculado a

las PLANICIES ALUVIALES DEL OCCIDENTE DE TABASCO", como podemos apreciar en la siguiente ficha:

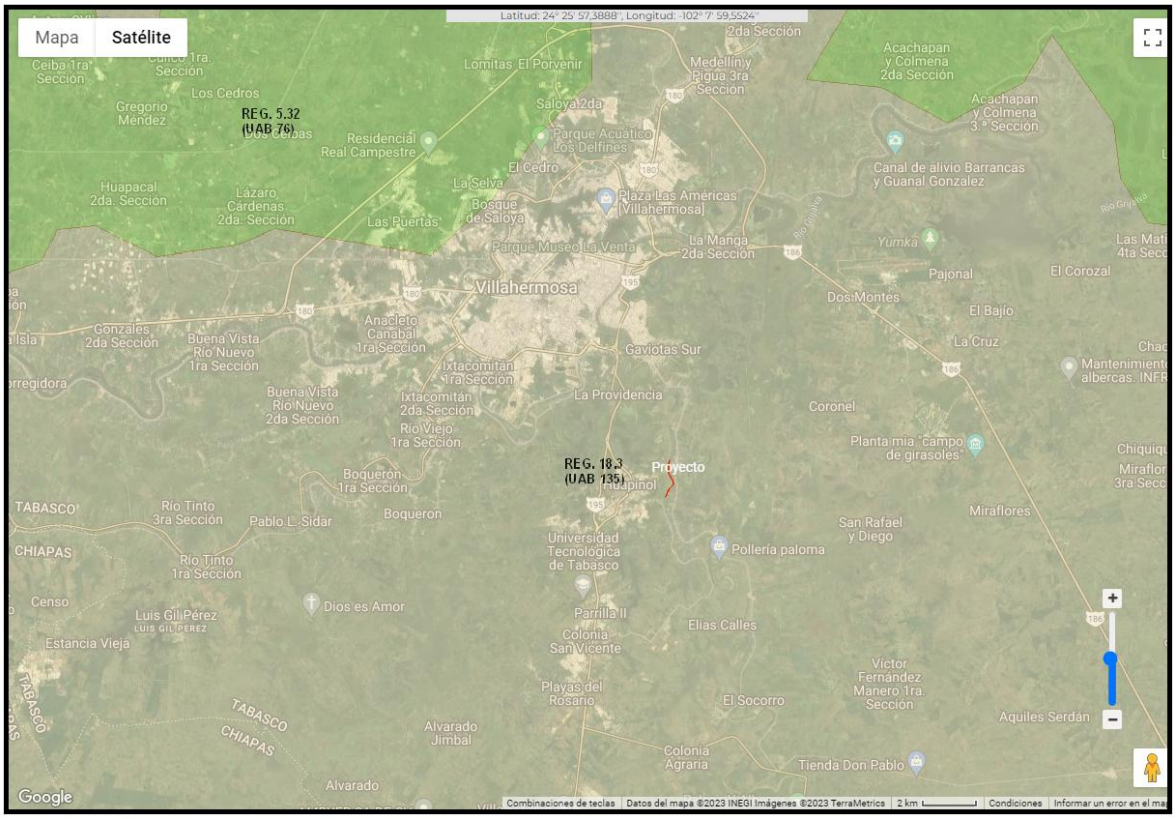


Fig 17. Localización del proyecto dentro de la Región 18.3, UAB 135 del POEGT. **Fuente**. SIGEIA-SEMARNAT.

Tabla 12. Ficha Técnica de la Región 18.3 y la UAB 135

1.	**Política**: RESTAURACION Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
2.	**Prioridad de atención**: ALTA
3.	**Rector del desarrollo**: AGRICULTURA - DESARROLLO SOCIAL - GANADERIA
4.	**Coadyuvantes**: INDUSTRIA - PEMEX
5.	**Asociados**: PRESERVACION DE FLORA Y FAUNA
6.	**Otros sectores**: CFE - FORESTAL - MINERIA - SCT - TURISMO
7.	**Estado ambiental 2008**: INESTABLE
8.	**Escenario 2033**: CRITICO
9.	**Estrategias Ecológicas:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44



Estrategias. UAB 135		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
Estrategias		Vinculación
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como parte de la evaluación de las actividades a desarrollar, se establecen una serie de medidas preventivas y de mitigación para contrarrestar los efectos que puedan ser causados por dichas actividades, con el fin de afectar lo menos posibles la flora y fauna existente.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	En el área donde se realizarán actividades constructivas, De acuerdo con el levantamiento de flora y fauna no se ubicaron especies bajo algún estatus de protección.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Como parte de la presente evaluación, se plantean acciones encaminadas a minimizar los efectos que pudieran ocasionarse hacia los recursos naturales del sitio y zonas aledañas (suelo, aire, agua).
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no pretende el aprovechamiento de especies, genes y/o recursos naturales pues esta consiste en la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio de la Sierra,
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no realizara este tipo de aprovechamiento
	6. Modernizar la infraestructura Hidroagricola y tecnificar las superficies agrícolas.	El proyecto no es vinculante con las infraestructuras hidroagrícola.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no realizara este tipo de aprovechamiento
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, y consiste en la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio de la Sierra, con esto se pretende disminuir la erosión que sufre la margen actualmente en el rio de la Sierra. Y que está provocando además el azolvamiento a lo largo de su cauce. Esta acción permitirá además que el cuerpo de agua Rio la Sierra continúe prestando los servicios ambientales



		pues este participa de manera importante en el ciclo hidrológico, actuando como reservorio del agua y como una de las fuentes primarias del vapor que alcanza la atmósfera y posteriormente regresa a ellos en forma de precipitación y escurrimientos. En este sentido, actúan directa e indirectamente sobre los balances hídricos locales y regionales, es decir, sobre la disponibilidad del agua. Paralelamente, funciona como receptor y filtro de los contaminantes que traen consigo y que a lo largo de su trayecto al mar va purificando, contribuyendo a mejorar su calidad.
C) Protección de los recursos naturales	10.- Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Las actividades no pretenden el aprovechamiento o descarga de aguas tratadas o sin tratar a los cuerpos de agua.
	12. Protección de los ecosistemas.	Durante la ejecución de las obras que se pretenden realizar, se llevarán a cabo una serie de acciones encaminadas a minimizar los efectos que pudieran ocasionarse hacia los recursos naturales (suelo, aire, agua). Dichas acciones se describen en el capítulo VI del presente estudio.
	13.Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No se contempla utilizar agroquímicos o biofertilizantes en ninguna de las etapas del proyecto.
D) Dirigidas a la restauración	14 Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No se realizarán actividades de cambio de usos de suelos. Por lo que no se tiene contemplado realizar actividades de restauración de ecosistemas forestales.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, y consiste en la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que las estrategias que se plantean no son vinculantes con el proyecto ya que no pretende realizar actividades mineras o turísticas



	que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, y consiste en la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, con esto se pretende



		disminuir la erosión que sufre la margen actualmente en el rio la Sierra. Y que está provocando además el azolvamiento a lo largo de su cauce.
C). Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, por lo que esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
D). Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, por lo que esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
E). Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, por lo que esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.



	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, por lo que esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

El ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Continúa en la Tercera Sección), publicado el 7 de septiembre de 2012 en el D.O.F., refiere en sus Artículos Segundo y Tercero, lo siguiente:

ARTICULO SEGUNDO. - En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

ARTICULO TERCERO. - De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.



En conclusión: Del análisis a las estrategias se tiene que el proyecto **"CONSTRUCCION DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO",** no contraviene o presenta restricciones con el POEGT (Programa De Ordenamiento Ecológico General del Territorio).

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y EL CARIBE.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGM y MC), es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEM y RGM y MC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEM y RGM y MC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

Este programa considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Lineamientos Ecológicos, que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en Marinas y Regionales;

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe.

Área Regional, abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).

De acuerdo al análisis en el SIGEIA de la SEMARNAT y a la revisión del ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa publicado el 24/11/2012, se determina que el área del proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO** se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental No. 70.

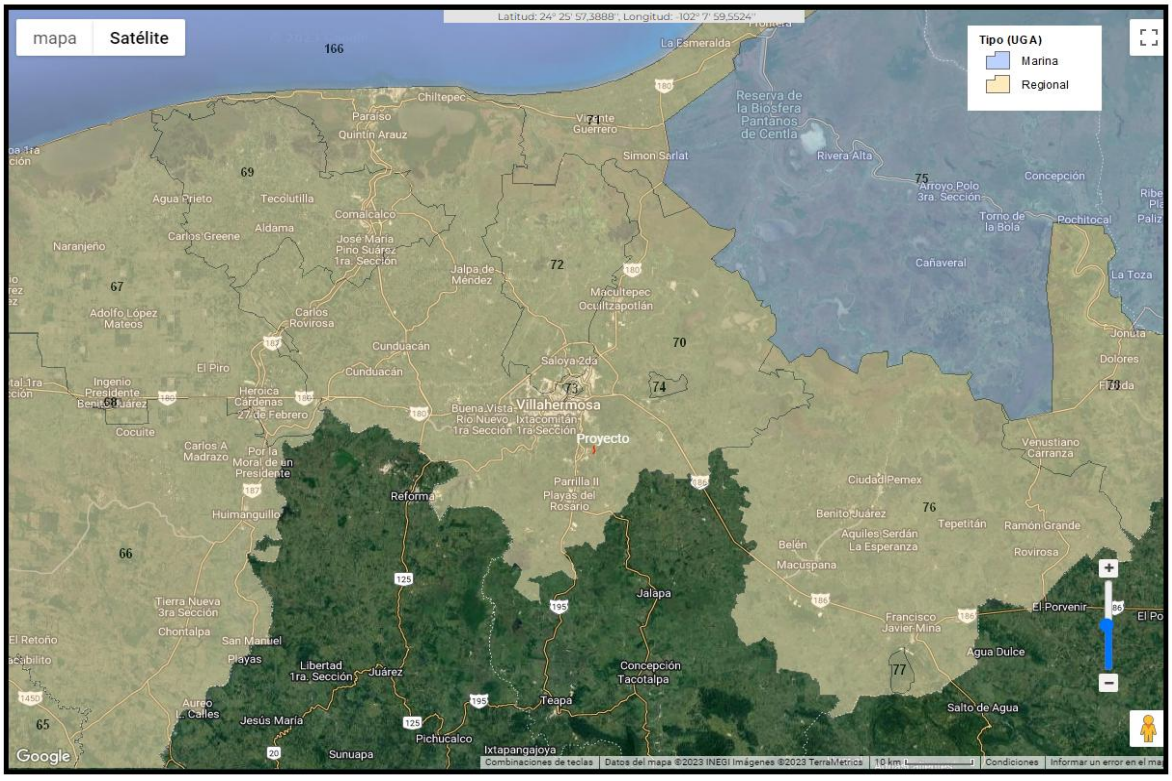
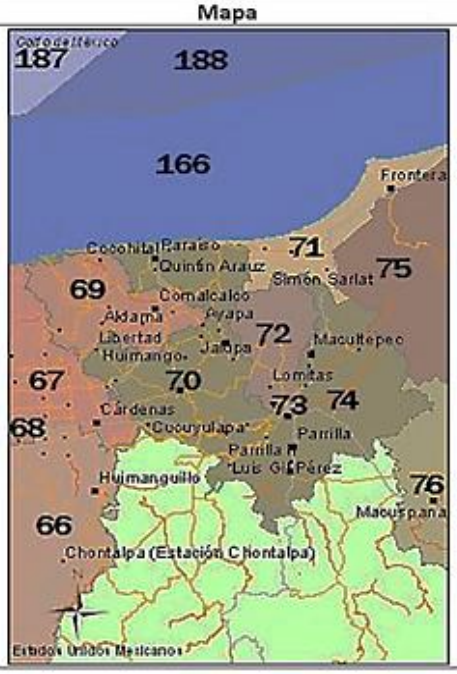


Fig 18. Ubicación del proyecto respecto a las UGA´s del POEM y RGM y MC

Unidad de Gestión Ambiental #:70

Tipo de UGA	Costera
Nombre:	Cunduacan
Municipio:	Cunduacan
Estado:	Tabasco
Población:	818677 Habitantes
Superficie:	302477.276 Ha.
Subregión:	Aplicar acciones y criterios de Zona Costera Inmediata Golfo Sur
Islas:	
Contiene áreas de Exclusión de PEMEX	
Puerto Turístico	
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	

Mapa



Acciones y Criterios							
Acción	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**	**Acción**	**Prioridad**
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	APLICA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

Las actividades que se pretenden están vinculadas al cumplimiento de los siguientes criterios para lo cual se proponen las siguientes acciones.



Acciones	Criterio	Vinculación y Acciones
A-001	Fortalecer los mecanismos para el control y uso de agroquímicos y pesticidas	En ninguna etapa del proyecto se utilizará agroquímicos o pesticidas
A-002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	En ninguna etapa del proyecto se utilizará agroquímicos o pesticidas
A-003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización de actividades agropecuarias y forestales.	Para las actividades de reforestación se promoverá el uso de abonos verdes.
A-004	Elaborar instrumentos de manejo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, así como evitar deslavar los lechos de los ríos para evitar inundaciones en las partes bajas.	Con la construcción de la protección marginal en un tramo de la margen derecha del rio la Sierra se disminuirá la erosión que sufre la margen actualmente en el rio. Y con ello el azolvamiento a lo largo de su cauce.
A-005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto no tiene relación alguna con actividades de distribución de agua.
A-006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto no contempla a corto o mediano plazo la captación de agua de lluvia o la reutilización de agua tratada.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Como empresa responsable se está comprometida en apoyar las acciones que las instituciones de gobierno y las ONG´s realicen en pro de la preservación del medio ambiente.
A-008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación	No se realizarán actividades en la zona de playas o áreas de anidación.
A-009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	De acuerdo con el análisis de áreas de importancia ambiental, no existen áreas de anidación de tortuga marina cercanas al área del proyecto.
A-010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	No existen áreas de anidación de tortugas marinas registradas con avistamientos o cercanas al área del proyecto.
A-011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Como parte de las acciones de compensación, se contempla la ejecución de actividades de reforestación de áreas verdes y la participación en actividades de reforestación, por parte de las autoridades locales.
A-012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas	No existen dunas costeras específicamente en el área del proyecto.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no contempla ni permitirá la introducción de especies invasoras
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y	No se contempla la ejecución de actividades de reforestación



	otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto no se ubicará dentro o sobre las dunas arenosas en la zona costera.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No se realizarán actividades dentro de las ANP cercanas al área del proyecto, sin embargo, Si se contemplan la promoción y cuidado de nuestros recursos naturales mediante platicas de concientización
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Como institución responsable se está comprometida en apoyar las acciones que las instituciones de gobierno y las ONG´s realicen en pro de la preservación del medio ambiente.
A-018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	Como institución responsable se tiene contemplado la elaboración y ejecución de un programa de vigilancia ambiental, así como de rescate y reubicación de fauna silvestre.
A-019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138-SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	Las obras que se pretenden no con del sector hidrocarburos, sin embargo, dado que se utilizara maquinaria pesada en el presente proyecto Se considera la elaboración y ejecución de un programa de limpieza y atención a contingencias en caso de derrames de combustibles de alguna de las maquinas en el sitio acorde a la NOM-138-SEMARNAT/SS1-2012, con el fin de dejar el sitio en condiciones de aprovechamiento, para cualquier otra actividad que se pretenda a futuro
A-020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	Las acciones que se pretenden no tienen relación alguna con el corte de caña o la producción de azucares
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas.	El área del proyecto se encuentra en una zona rural en la que predomina el uso agrícola, bajo esta premisa se contempla la ejecución de programas de mantenimiento preventivo que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria y así prevenir y evitar cualquier tipo de afectación al aire agua o suelos.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	El proyecto no se encuentra sobre aguas costeras.
A-023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	No se manejarán sustancias que impliquen una actividad altamente Riesgosa
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y	Se evitará y prohibirá la quema de cualquier tipo de residuo que por sus características sea



	partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	peligrosa, de manejo especial o solido urbano en el área del proyecto durante todas sus etapas, con el fin de evitar la emisión de humos y partículas producto de la combustión
A-025	Efectuar programas de remediación y rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, conforme a la LGPGIR y su Reglamento.	En el sitio no existen áreas contaminadas o empresas de servicio por lo que esta estrategia no es vinculante con el proyecto que se pretende.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no es vinculante con esta estrategia pues no se pretende ocupar áreas de playa o dunas
A-028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	
A-029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto no prende utilizar u ocupar áreas de playa o la modificación de los patrones de escurrimiento de cuerpos de agua.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	Las obras que se pretenden no afectaran el perfil de costa o playas.
A-031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No se pretende utilizar u ocupar áreas de playa o los sistemas lagunares costeros.
A-032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No se pretende modificar las características físicas o químicas de playas o dunas costeras.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no es vinculante con esta estrategia pues no pretende utilizar energías alternativas para el proyecto.
A-037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	



A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	En el sitio no se contempla la generación o utilización de residuos agrícolas para la generación de energía.
A-039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No se contempla el uso de agroquímicos sintéticos
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto no tiene relación alguna con las actividades acuícolas.
A-043	Crear, impulsar y consolidar una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	El proyecto no contempla acciones relacionada con flotas pesqueras.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no contempla acciones relacionada con flotas pesqueras
A-045	Desarrollar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentren en algún régimen de protección, para la producción comercial de harina y complementos nutricionales.	El proyecto no contempla acciones relacionadas a la producción de fauna de acompañamiento.
A-046	Incentivar el cumplimento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El proyecto no tiene relación alguna con la disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
A-048	Redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación	El proyecto no contempla acciones relacionada con flotas pesqueras.
A-049	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto no contempla acciones relacionada con la infraestructura portuaria o de apoyo a flotas pesqueras.
A-050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto no contempla acciones de desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales
A-051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	No se contempla la construcción de caminos nuevos
A-052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto no tiene relación alguna con la producción de cultivos, ganado o pastos.



A-053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no tiene relación alguna con el desarrollo de actividades extensivas o intensivas
A-054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A-055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Las actividades que se pretenden son totalmente compatibles con el POERET y los programas de desarrollo federal y Estatal.
A-056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no tiene relación alguna con las actividades agrícolas.
A-057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	Las actividades que se pretenden no corresponden al establecimiento de zonas urbanas.
A-058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Las actividades que se pretenden no contemplan la reubicación de personas.
A-059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	La CONAGUA no tiene facultades o atribuciones para dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
A-060	Establecer y mejorar el sistema de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Se mantendrá contacto directo con las instituciones de protección civil ante cualquier evento hidrometeorológicos. Así como se ejecutará el programa de capacitación y atención a emergencias. Durante el desarrollo del proyecto.
A-061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	La CONAGUA no tiene facultades o atribuciones para Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
A-062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Se considera enviar a disposición final con empresas autorizadas, todos los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto (agua sanitaria, sólidos Urbanos, Especial)
A-063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto no tiene relación alguna con las atribuciones del municipio.
A-064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No se contempla esta acción ya que el proyecto no tiene relación alguna con el desarrollo viviendistico.



A-065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No se contempla esta acción ya que el proyecto no tiene relación alguna con mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
A-066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar agua de mayor calidad al manto freático en apoyo en su caso a la restauración de humedales.	Toda agua residual que se genere durante el desarrollo del proyecto será enviada a tratamiento y disposición final a través de una empresa trasportista autorizada.
A-067	Incrementar la capacidad de captación de agua pluvial en las zonas urbanas y turísticas.	En el proyecto no se contempla la captación de aguas pluviales.
A-068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	Se considera enviar a disposición final con empresas autorizadas, todos los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto (agua sanitaria, sólidos Urbanos y de manejo Especial)
A-069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.	No se contempla disponer ningún tipo de residuo al mar.
A-070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	Como parte de las acciones compensatoria se contempla participar en las campañas que la autoridad realice en pro del cuidado Ambiental.
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Las obras no afectaran ecosistemas costeros y no tiene relación alguna con actividades turísticas.
A-072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Las obras y actividades no tienen relación alguna con el sector turístico.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Las actividades que se pretenden no tienen relación alguna con el sector turístico, o de infraestructura portuaria,



A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías, con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que le garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Las actividades que se pretenden no tienen relación alguna con el sector turístico, o de infraestructura portuaria,

Clave	Claves acciones generales	Vinculación
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirlas por especie de producción.	El Promovente no tiene contemplado en su proyecto la extracción o uso de flora o fauna bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT- 2010
G004	Instrumentar y en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM.059-SEMARNAT-2010 y las especies de captura comercial.	Se implementará un programa de capacitación y vigilancia mediante el cual se informe de las consecuencias de no respetar los lineamientos ambientales tales como lo es la NOM.059-SEMARNAT-2010
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no contempla la creación de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Todas la unidades y equipos deberán contar con su programa y ejecución de mantenimiento preventivo con el fin de estar en óptimas condiciones de operación y disminuir al mínimo la generación de emisiones a la atmosfera.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de bonos de carbono.	No aplica ya que el Promovente no cuenta con la competencia para establecer programas económicos de apoyo en temas como bonos de carbono.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) debe realizarse conforme a la legislación vigente.	Debido a que no se contempla el uso de OGM esta acción no es aplicable al proyecto.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Específicamente el área donde se pretende el proyecto es un área de uso agrícola el cual presenta ya alteraciones por la actividad antropogénica. Por lo que no se esperan afectaciones mayores a la fauno o flora
G0015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	En el área del proyecto actualmente no existen instalaciones industriales o asentamientos humanos
G0020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociada a ellos	Derivado de la construcción la protección marginal se tiene considerado ocupar un área aproximada de 506.5 m^2 dentro de la zona federal
G0024	Crear nuevos reservorios de CO_2 por reforestación para incrementar la biomasa de material leñoso (madera).	Se propondrá realizar o participar en acciones de reforestación de áreas de restauración o de importancia ambiental dentro del S.A.



Clave	Claves acciones generales	Vinculación
G0025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El proyecto tiene identificada las áreas prioritarias y de conservación establecidas por la CONABIO. Estas se describen y vinculas en el presente capitulo.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil	Para la realización del proyecto únicamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción utilizará maquinaria pesada cuya fuente de energía será el combustible diésel. No se pretende el uso de cualquier otra energía alternativa.
G028	Promover el uso de energías renovables	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global	
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G0052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.)	La limpieza de asentamientos urbanos y suburbanos no está vinculada con la naturaleza del proyecto
G0054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no contempla en el sitio la instalación u operación de plantas de tratamiento para sus descargas.
G0057	Se prohíbe la remoción de la vegetación forestal sin previa autorización otorgada por la autoridad competente y conforme a lo previsto en la legislación ambiental vigente u otras disposiciones reglamentaria aplicables	En el área del proyecto no existe vegetación forestal
G0058	Promover e impulsar la construcción adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no es vinculante con esta estrategia
G0061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera.
G0064	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas (ANP), deberá contar con la opinión de la dirección del ANP o en su caso de la dirección regional que corresponda, conforme lo establecido en el decreto y programa de manejo del área respectiva.	El proyecto no se encuentra dentro de algún área natural protegida, las más cercanas son el ANP Pantanos de Centla y Laguna de Términos.



Los criterios a los que hace referencia el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe no son aplicables a particulares, no autorizan o prohíben usos de suelo y sólo son lineamientos a los cuales se sujetarán las Entidades y Dependencias de la Administración Pública Federal, en el ejercicio de la función pública.

En conclusión, en ninguna de sus acciones y criterios generales (A y CG) el proyecto presenta restricciones con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Por lo que se tiene que es compatible con las obras que se pretenden y no es limitante para el mismo.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE TABASCO (POERET).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco (POERET) es un instrumento de política ambiental diseñado para regular el uso del suelo y las actividades productivas en el estado. Su objetivo es garantizar un desarrollo sustentable mediante la evaluación de los recursos naturales, las condiciones socioeconómicas y la vocación del territorio. A través del POERET, se establecen criterios ecológicos, políticas de conservación y estrategias de aprovechamiento racional de los ecosistemas, con el fin de minimizar el impacto ambiental y promover el equilibrio entre el crecimiento económico y la protección del medio ambiente.

La Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco establece que el ordenamiento ecológico es un mecanismo de planeación territorial que busca armonizar el desarrollo económico con la conservación del medio ambiente. Su propósito es regular el uso del suelo y las actividades productivas mediante criterios ecológicos que permitan la sustentabilidad de los recursos naturales. Este instrumento considera factores como la biodiversidad, la gestión de riesgos ambientales y la protección de ecosistemas estratégicos, garantizando que las acciones humanas se realicen bajo un marco de equilibrio ecológico y desarrollo sostenible a nivel estatal y municipal.

Este programa, considera que la zona donde se pretende ubicar el proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHO DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO** que



pretende desarrollar la Comisión Nacional del Agua, tiene las siguientes características:

De acuerdo con la opinión de compatibilidad la secretaria determina que el área del proyecto forman parte de las (UGA´s) Unidad de Gestión Ambiental **CEN_PRO_49 y CEN_APS_117.**

Con política Ambiental: Proteccion y Aprovechamiento sustentable.

Protección: Áreas del territorio que tienen valores importantes de capital natural y que pueden presentar actualmente algún tipo de aprovechamiento, donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos, reorientando la actividad productiva económica hacia el aprovechamiento sustentable de recursos naturales, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo la presión sobre éstos. Su objetivo es mantener los ecosistemas y sus procesos biológicos, en áreas que presentan importancia ecológica o funcionan como protección a las comunidades ante fenómenos hidrometereológicos y efectos del cambio climático.

Aprovechamiento Sustentable: Áreas del territorio total o parcialmente modificadas y que no conservan características de los ecosistemas representativos de la región, con actividades predominantes como la ganadería, la agricultura, la industria, la extracción mineral, la actividad petrolera, las vías de comunicación, entre otras. Son áreas aptas para el uso y manejo de los recursos naturales con criterios de sustentabilidad, para prevenir, restaurar, mitigar, compensar y conservar los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales existentes en las zonas de influencia de su desarrollo. Su objetivo es inducir el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.

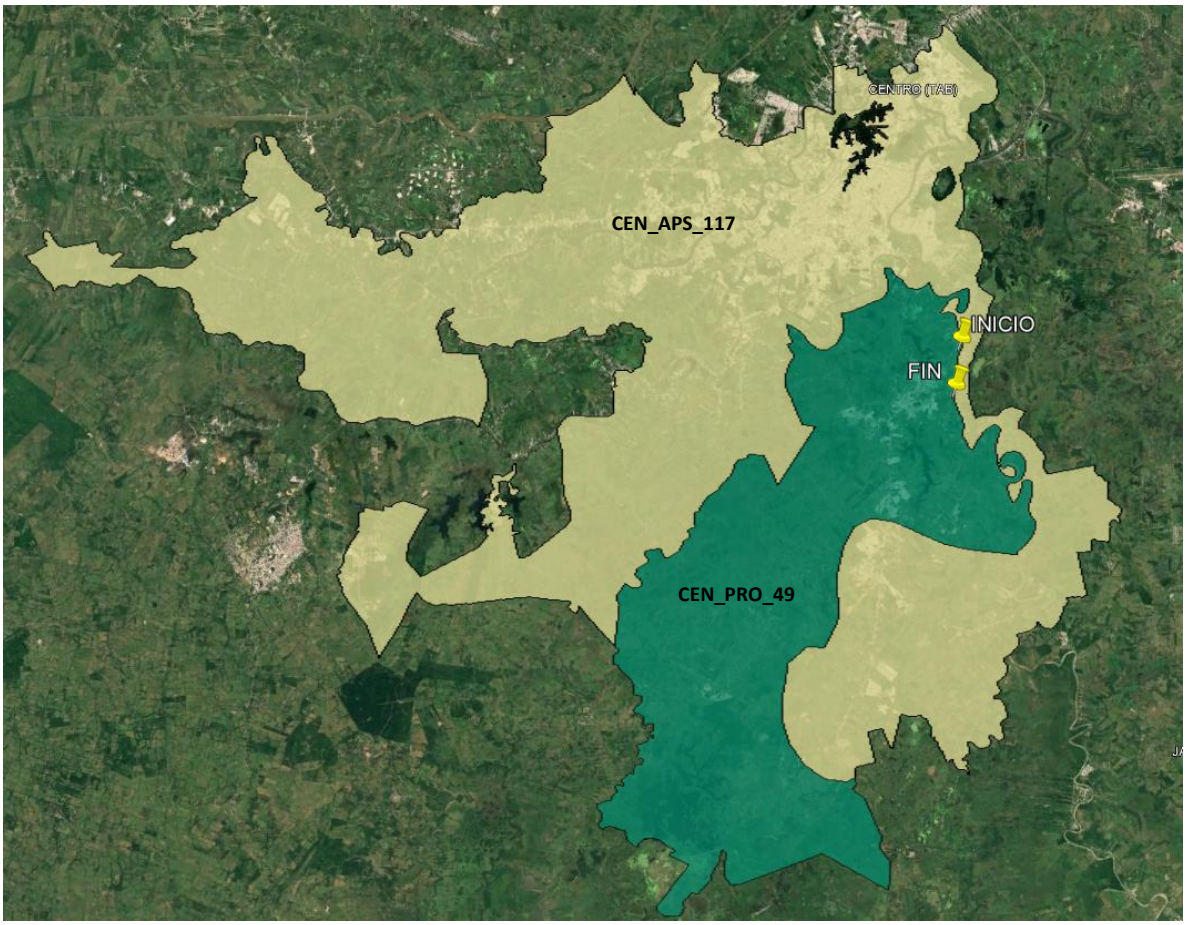


Fig 19. Incidencia del proyecto respecto las UGAs del POERET.

Estrategias ecológicas.

Las estrategias ecológicas permiten el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA, atendiendo los conflictos ambientales identificados. Las estrategias integran los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigida al logro de los lineamientos ecológicos, para evitar posibles conflictos por la concurrencia de sectores, proponiendo actividades alternativas o cambios en las existentes, de manera que se traduzca en un mayor beneficio para la población y disminuyen la presión sobre los recursos naturales.

A continuación, se realiza la vinculación de las obras y actividades que se pretenden realizar, con cada uno de los criterios de estrategia y regulación ecológica aplicables respecto a las UGA's: **CEN_PRO_49 y CEN_APS_117.** con política ambiental de "**Protección y Aprovechamiento Sustentable"** en la cual incide el proyecto.

Estrategias ecológicas específicas

Estrategia Ecológica Especifica		
Criterio	**Establece**	**Vinculación**
EE1	Impulsar el desarrollo de un programa integral de restauración y conservación de humedales y áreas de inundación natural para aumentar la capacidad de retención de agua y reducir la intensidad de las inundaciones.	El presente proyecto no se contrapone con el presente criterio ya que su objetivo es proteger la margen del río La Sierra en el sitio específico donde se construirá la protección marginal con lo cual se contribuirá entre otras cosas a conservar y recuperar la margen del río La Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección, municipio de Centro, Tabasco. Tiene como objetivo la contención de los excedentes de volúmenes de agua, la protección de mangales, la disminución de la erosión fluvial y reconstrucción de la capacidad hídrica del rio.
EE2	Fomentar en colaboración con CONAGUA un proyecto para la delimitación física de la zona federal de los humedales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE3	Impulsar el desarrollo de programas de monitoreo ambiental para evaluar regularmente el estado de los humedales y la efectividad de las acciones de gestión	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE4	Impulsar el desarrollo urbano y rural sustentable, para conservar condiciones hidráulicas naturales, considerando riesgos de inundaciones y vulnerabilidad ante el cambio climático.	El proyecto contempla la protección marginal de un tramo del río la Sierra consisten en la construcción la protección marginal a base de roca.



		Estas actividades se plantean con la finalidad de disminuir la erosión que se presenta sobre la margen Derecha del rio la Sierra, la cual ocasiona que dicha colapse y con ello se pone en riesgo infraestructura de uso público, asentamientos humanos y sobre todo la vida de personas. Al ejecutarse el proyecto se contará con una infraestructura de protección que disminuirá la erosión que se presenta sobre la margen. Con lo anterior, se fortalece una gestión sustentable del territorio, considerando su vulnerabilidad y riesgos a la población.
EE5	Promover el desarrollo tecnológico y la adopción de prácticas que fomenten la eficiencia energética y el uso de energías renovables, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental y a la diversificación de fuentes energéticas sostenibles.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE6	Promover que se evite la descarga de sustancias contaminantes en cuerpos de agua superficiales y subterráneos nacionales que tengan asignados y sean de competencia estatal, originadas tanto por actividades humanas como por el desarrollo de actividades productivas. Para ello, se implementarán medidas preventivas, como la regulación de vertidos industriales y residenciales, el fomento de prácticas ambientalmente responsables en empresas y comunidades, y la promoción de tecnologías limpias para el tratamiento de aguas residuales. Además, se llevarán a cabo programas de monitoreo constante para detectar y mitigar posibles fuentes de contaminación hídrica.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia, plantea la construcción de la protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra, sin embargo, el presente proyecto y las actividades a realizar **no se contraponen ni limitan** el promover el tratamiento de aguas residuales para las descargas que afecten a cuerpos de agua.

EE7	Promover activamente la protección y conservación de las especies silvestres nativas catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Implementando acciones concretas, el fomento de la investigación científica y el desarrollo de planes de conservación específicos para especies en riesgo.	Durante el desarrollo del proyecto se Impulsará y motivará la protección y conservación de especies silvestres nativas, establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
EE8	Impulsar acciones de desazolve y rehabilitación de la infraestructura hidráulica para restablecer la capacidad de almacenamiento y regulación de los cuerpos de agua, con el objetivo de mitigar el riesgo de inundaciones y mejorar la gestión del agua en la región.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, plantea la construcción de la protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra con la finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua, se planea el desazolve de los ríos de tabasco con el objetivo de evitar inundaciones, proteger la infraestructura, asentamientos humanos pero sobre todo la vida de las personas.
EE9	Fomentar la creación de estrategias para apoyar activamente el desarrollo de las solicitudes de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) ante la SEMARNAT, como estrategia para la protección y preservación de ecosistemas clave y la biodiversidad local del estado.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE10	Promover la realización de estudios integrales a escalas más detalladas con el fin de determinar la distribución de especies de flora y fauna, especialmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies endémicas del estado.	Como medida encaminada a la protección de flora y fauna, se propone, dentro de la presente manifestación de impacto ambiental, un programa de rescate y reubicación de fauna, el cual tiene como objetivo, establecer las medidas preventivas y de mitigación, a ejecutar, para proteger las especies de fauna que se encuentren cercanas a las actividades y que pudieran ser susceptibles de sufrir daños por la construcción del proyecto.



EE11	Promover un trabajo coordinado con la CONANP, SEMARNAT, sobre las medidas de mitigación en las zonas donde se establezca infraestructura y construcciones nuevas, con el fin de proteger el hábitat de especies de aves acuáticas migratorias y residentes en humedales, especialmente en áreas de alta biodiversidad y donde existan endemismos, particularmente en áreas circundantes a las ANP federales.	El presente proyecto no se ubica dentro o cercano a una ANP y aun cuando las actividades a realizar comprenden la construcción de estructuras dentro de un cuerpo de agua, dichas no producirán ningún efecto negativo sobre el río La Sierra ya que su objetivo es proteger la margen de la erosión que produce sobre ella el tirante corriente del río.
EE12	Implementar programas de capacitación en actividades productivas sustentables, como el uso de ecotecnias, la creación de huertos de traspatio, el establecimiento de parcelas sustentables, el fomento de cultivos orgánicos y la práctica de compostaje, entre otros, con el fin de promover el desarrollo local sustentable en el estado de Tabasco. Estas acciones también estarán diseñadas considerando la perspectiva de género y la inclusión social, asegurando la participación equitativa de todos los sectores de la comunidad.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE14	Fortalecer y fomentar el establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA).	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE15	Impulsar iniciativas dirigidas a fortalecer los programas que garanticen la preservación y el uso sostenible de los recursos naturales en las áreas territoriales indígenas, en pleno respeto de sus derechos, tradiciones y prácticas ancestrales.	**No aplican,** en virtud que el proyecto **no se relaciona** con impulsar programas de preservación y el uso de los recursos naturales en área indígenas; **Las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.**
EE16	Fomentar iniciativas que impulsen la producción de cultivos de especies	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es



	endémicas, con el objetivo de proteger la biodiversidad y revitalizar las actividades productivas tradicionales en la región.	administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio de la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE17	Promover la implementación de un programa completo de restauración y conservación de las selvas en Tabasco, centrándose en la protección y recuperación de áreas clave para preservar la biodiversidad, regular el clima local y proporcionar hábitats saludables para la fauna silvestre.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE18	Fomentar un programa exhaustivo de restauración y conservación de acahuales en Tabasco, destacando su importancia en la captura de carbono, la regulación del ciclo del agua y la protección de la biodiversidad local, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y al mantenimiento de servicios ecosistémicos vitales.	Como parte de las actividades de construcción de la protección marginal, no se realizará deforestación de cobertura vegetal en acahuales, por lo que el presente proyecto, **no se contrapone** con fomentar un programa de restauración y conservación de acahuales, para contribuir a la mitigación del cambio climático.
EE22	Impulsar la gestión sostenible de los recursos acuáticos en la zona costera y los estuarios del estado, promoviendo prácticas que aseguren su conservación a largo plazo y contribuyan al equilibrio ecológico de estos ecosistemas.	El presente proyecto tiene como objetivo la construcción de una protección marginal, la cual se ubicará sobre la margen del río La Sierra, por lo cual su construcción **no se contrapone** con impulsar la gestión sostenible de los recursos acuáticos en la zona costera, con pláticas para la conservación a largo plazo de los ecosistemas.
EE23	Fomentar la ejecución de proyectos que aborden la adaptación y mitigación frente al cambio climático en las comunidades costeras y en aquellas áreas vulnerables del estado, fortaleciendo su capacidad de respuesta y reduciendo su exposición a los impactos ambientales adversos.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo,



		las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE26	Promover la generación de estudios técnicos agroecológicos para determinar la intensidad de uso y tipo de cultivo adecuado con el fin de maximizar la productividad y permitir los procesos de resiliencia del agroecosistema	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE27	Promover medidas de protección y adaptación en la agricultura para mitigar los efectos adversos de los fenómenos climáticos en los cultivos básicos, garantizando así la seguridad alimentaria y la resiliencia del sector agrícola frente al cambio climático.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, por lo que esta estrategia no es vinculante ni es motivo del presente estudio. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE28	Desarrollar programas integrales de gestión hídrica que promuevan la eficiencia en el uso del agua en actividades agrícolas, ganaderas, industriales y otros sectores, buscando aumentar la producción y la productividad de manera sostenible.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE29	Fomentar iniciativas dirigidas a proteger, conservar, manejar y aprovechar de manera sostenible la vida silvestre, con el fin de garantizar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan estos recursos naturales.	El presente proyecto dará cumplimento a lo que establece la Estrategia, durante el periodo de tiempo en el que se realicen las actividades relacionadas a la protección de la margen Derecha del rio la Sierra, se ejecutarán una serie de acciones y programas tendientes a proteger y conservar las especies de fauna, las cuales se describen en el capítulo VI.



		Como parte de las medidas que se aplicarán, se considera la ejecución de un programa de protección de fauna, el cual contiene una serie de acciones a realizar tendientes a la protección de fauna dentro o fuera de alguna categoría de riesgo.
EE30	Mejorar la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el propósito de disminuir los riesgos para la salud pública y prevenir impactos negativos en los ecosistemas naturales.	La promovente da cumplimiento a la presente estrategia, proponiendo, dentro del capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, medidas de prevención y mitigación, que tienen como objetivo, minimizar los efectos adversos que puedan generarse y/o derivarse por la ejecución de las construcción de la protección marginal en el río La Sierra, ante la generación de residuos sólidos urbanos y aguas residuales sanitarias, entre estas acciones, se contempla la ejecución de un Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (el cual se incluye de manera anexa a este documento), en el cual dentro de sus acciones considera la colocación de contenedores en el sitio para el depósito temporal de residuos, sobre geo membranas para que posteriormente sean trasladados por medio de empresas autorizadas hasta sitios autorizados para su disposición final. Lo anterior, en cumplimiento a la normatividad vigente. Así mismo, para efectuar un manejo adecuado de las aguas, se dispondrá en el sitio de letrinas sanitarias portátiles, las cuales recibirán mantenimiento periódico en el sitio, para posteriormente, los residuos generados, se dispongan en sitios autorizados por la autoridad competente.
EE31	Implementar un programa integral de gestión de la calidad del aire, con el objetivo de llevar a cabo acciones que contribuyan a mejorar las condiciones atmosféricas y promover la salud pública.	Como parte de las actividades constructivas del proyecto, se requerirá el uso de vehículos y equipos, los cuales funcionan a base de motores de combustión interna, que ocasionarán emisiones a la atmósfera. Como medida preventiva, para contrarrestar el efecto de las emisiones generadas por el proyecto, se aplicarán una serie de acciones que se describen en el capítulo VI, donde se



		describe la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y maquinaria que será utilizado. Esto exclusivamente en la etapa de preparación del sitio y construcción. Lo anterior, a fin de garantizar que dichas emisiones, no excedan los niveles máximos permisibles de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable.
EE32	Implementar programas especiales para la protección, restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, recursos naturales y servicios ambientales en áreas con influencia petrolera, reconociendo la importancia de esta acción, aunque no sea directamente competencia del ordenamiento ecológico.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE33	Implementar medidas integrales para la protección de la fauna silvestre, no solo contra la cacería ilegal, sino también contra otras actividades humanas que amenazan su supervivencia, como la destrucción de hábitats, el tráfico ilegal de especies y el cambio climático.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal. Como acción encaminada a la protección de la fauna silvestre del sitio y sus alrededores, desde el inicio de las actividades requeridas para la protección marginal, se aplicarán las acciones y medidas manifestadas en el capítulo VI de la presente MIA y presentadas en los anexos. Entre las acciones que se realizaran y aplicaran desde el primer día de actividades, se encuentran las contenidas en el programa de rescate y reubicación de fauna, el cual contiene acciones tendientes a evitar el aprovechamiento, comercialización, daño letal intencional o por maniobras y/o actividades de preparación o constructivas de la fauna que se encuentre en los sitios donde se realicen las actividades o



		adyacentes a los sitios y que de alguna forma pudieran estar en riesgo de daño. Algunas de las acciones que contiene el programa y que serán aplicadas, son recorridos diarios en los sitios de las actividades y áreas adyacentes, el empleo de equipo de ahuyentamiento sonoro no letal, captura, toma de datos y reubicación inmediata de fauna, platicas ambientales para concientizar a los trabajadores, colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna, entre otras. La totalidad de las medidas por aplicar respecto a la fauna, se encuentran descritas a detalle en el programa de reubicación de fauna.
EE34	Fomentar y respaldar la iniciativa comunitaria en la promoción, desarrollo y ejecución de proyectos orientados a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la prevención de la contaminación. Esto implica facilitar recursos técnicos, financieros y de capacitación, además de promover la colaboración entre diferentes actores sociales y gubernamentales para garantizar la efectividad y sostenibilidad de estas iniciativas.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se plantea la protección de la margen del río La Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección en el municipio de Centro, Tabasco, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE36	Fomentar el desarrollo de un programa de monitoreo sobre el avance de la frontera agrícola, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y de bajo impacto ambiental en las áreas de cultivo temporal ya establecidas. Esto implica implementar medidas de control y regulación para evitar la expansión descontrolada de la agricultura, así como fomentar el uso de técnicas agrícolas que minimicen el impacto sobre los recursos naturales, como la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas y el uso eficiente del agua y los nutrientes.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río por lo que no realizará ningún tipo de programa de monitoreo de expansión agrícola. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en el presente.



EE37	En el ámbito de competencia, establecer medidas para supervisar de manera constante la extracción de materiales pétreos, asegurando el cumplimiento estricto de las autorizaciones legales pertinentes y las normativas ambientales vigentes. Esto incluye la implementación de medidas de mitigación de impacto ambiental acordadas previamente, así como la realización de monitoreos regulares para evaluar el estado de los ecosistemas afectados. Además, se llevará a cabo una coordinación estrecha con las autoridades competentes y las empresas extractoras para garantizar el cumplimiento de las normativas y promover prácticas de extracción más responsables y sostenibles.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra. Se presenta una pérdida de la cubeta hidráulica por la sedimentación de material pétreo proveniente del constante colapso de la margen, por lo que realizar las obras ayudaran a evitar y minimizar la problemática. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
EE38	Fomentar prácticas de desarrollo sustentable en las operaciones de extracción de materiales, con el objetivo de prevenir y controlar la contaminación del agua, suelo y aire. Esto implica establecer medidas efectivas para mantener los niveles de contaminación dentro de límites aceptables y garantizar la posibilidad de rehabilitar las tierras durante la fase de abandono de las actividades extractivas. Se promoverá la adopción de tecnologías limpias, la implementación de procesos de gestión ambiental adecuados y la colaboración activa con las autoridades competentes y las partes interesadas para asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales y el cuidado responsable de los recursos naturales.	El proyecto consiste en realizar la construcción de la protección marginal del rio La Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección, Centro Tabasco, por lo que, durante la realización y término del proyecto, se tiene contemplado implementar programas de prevención y mitigación, con la finalidad de prevenir y en su caso minimizar las posibles afectaciones al ambiente en el área de influencia del proyecto y así mantener los niveles de contaminación dentro de los limites aceptables y garantizar la posibilidad de rehabilitación de tierras; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
EE39	El aprovechamiento de materiales geológicos para la industria de la construcción se realizará en sitios en los que no se altere la hidrología superficial o en la rehabilitación y	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo



	mantenimiento de drenes y canales, o en la recuperación de cuerpos de agua, de manera que no resulten afectadas otras actividades productivas o asentamientos humanos, de acuerdo con la normatividad correspondiente.	que no es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia. Se aclara que las obras a realizar no alterarán las condiciones del Río la Sierra, ya que los trabajos se realizarán específicamente en la margen Derecha.
EE40	Abordar los conflictos sociales derivados de la actividad petrolera y otras industrias similares, con el propósito de mitigar sus impactos negativos en las comunidades y el entorno ambiental. Esto incluye la implementación de medidas de diálogo y mediación para resolver disputas, así como la búsqueda de soluciones colaborativas que promuevan el desarrollo sostenible y el bienestar de todas las partes involucradas, con especial atención al cuidado del medio ambiente y los derechos humanos.	No aplica abordar los conflictos sociales y otras industrias similares que incluye la implementación de medidas de dialogo y medición para resolver disputas, así como la búsqueda de soluciones, en virtud que el proyecto no se relaciona con lo que establece en la presente; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
EE41	Fomentar iniciativas dirigidas a disminuir la generación de residuos, así como a promover su valorización, reutilización y reciclaje, mediante la implementación de campañas educativas, la creación de redes de colaboración y el fortalecimiento de la normativa relacionada con la gestión de residuos.	Con la finalidad de efectuar un manejo adecuado de los residuos, se elabora el programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos (RP). Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos se depositarán en contenedores con tapa y estarán identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del Río o de cualquier otro cuerpo de agua. Los residuos generados durante el periodo de tiempo en que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final a través de empresas autorizadas; estas acciones y demás, se encuentran descritas a detalle en

		el programa de manejo y disposición final de residuos
EE42	Establecer un programa integral de monitoreo ambiental enfocado en la flora, fauna y otros indicadores clave de salud ecosistémica, con el fin de realizar un seguimiento a largo plazo y evaluar los cambios ocurridos en el medio ambiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE46	Fomentar el aprovechamiento sustentable con un uso eficiente de los recursos naturales e identificar el desarrollo de nuevas actividades productivas compatibles con las actuales que permitan frenar el deterioro ambiental, congruentes con la vocación del sitio y la disponibilidad de los recursos naturales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE47	Promover la recuperación de suelos agropecuarios degradados mediante estrategias de fomento que aborden la contaminación, pérdida de fertilidad, monocultivos y pisoteo.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE48	Impulsar la adopción de sistemas silvopastoriles y tecnologías alternativas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en las actividades ganaderas. Además, se llevarán a cabo programas de capacitación y asistencia técnica para los ganaderos, con el fin de facilitar la implementación de estas prácticas y promover la conservación de los recursos naturales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se



		contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE49	Promover la reconversión productiva de las prácticas agropecuarias a través de sistemas de agroforestería, agrosilvopastoriles o forestales que reduzcan el impacto sobre los recursos y promuevan actividades con mayor valor productivo.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE50	Impulsar la tecnificación de las actividades agropecuarias y la implementación de prácticas agroecológicas para el uso eficiente de los recursos naturales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE51	Estimular la producción agrícola rotativa en parcelas abandonadas y recuperar su productividad con especies variadas, tradicionales y regionales evitando los monocultivos.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE52	Fomentar el desarrollo de programas integrales de manejo fitosanitario y biológico para prevenir y controlar plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas. Además, se llevarán a cabo campañas de concientización y capacitación dirigidas a los agricultores para fomentar el uso responsable de agroquímicos y promover alternativas más amigables con el medio ambiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, para implementar programas de manejo integral de manejo fitosanitario para prevenir y controlar plagas; sin embargo, el proyecto se plantea como parte de un programa integral

		que va enfocado a la prevención de inundaciones en varios municipios del estado de Tabasco.
EE53	Fomentar la creación y mantenimiento de espacios verdes y áreas recreativas en entornos urbanos, priorizando el uso de especies vegetales nativas.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal con el objeto de proteger la margen del rio La Sierra, dichas obras no están relacionadas con la creación y mantenimiento de espacios verdes y áreas recreativas por lo cual dichas no se contraponen con lo que establece el presente criterio.
EE54	Impulsar y llevar a cabo acciones para la conservación y restauración del suelo, incluyendo medidas para mejorar su capacidad de retención de agua y reducir la erosión.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal con el objeto de proteger la margen del rio La Sierra, cumple con el objetivo del proyecto dado que tiene como objetivo la contención de los excedentes de volúmenes de agua, la protección de márgenes, la disminución de la erosión fluvial y la reconstrucción de la capacidad hidráulica del rio.
EE55	Promover la recuperación de la capacidad de los cuerpos de agua existentes para aumentar su capacidad de captación y almacenamiento de agua, contribuyendo así a la gestión sostenible de los recursos hídricos y a la mitigación de la escasez de agua.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal con el objeto de proteger la margen del rio La Sierra, cumple con el objetivo del proyecto dado que tiene como objetivo la contención de los excedentes de volúmenes de agua, la protección de márgenes, la disminución de la erosión fluvial y la reconstrucción de la capacidad hidráulica del rio.
EE56	Fomentar el fortalecimiento de las cadenas productivas de los productos agrícolas locales, promoviendo prácticas sustentables y tecnologías apropiadas para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal con el objeto de proteger la margen del rio La Sierra, dichas obras no están relacionadas con fomentar el fortalecimiento de las cadenas productivas de los productos agrícolas, promoviendo practicas sustentables y tecnologías por lo cual dichas no se contraponen con lo que establece el presente criterio.
EE57	Fortalecer granjas acuícolas y priorizar aquellas de especies nativas y promover su ordenamiento.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que



		la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE58	Establecer programas permanentes de asistencia técnica a la actividad acuícola rural en el estado para elevar la eficiencia de las unidades de producción.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE59	Implementar programas de repoblación con especies nativas en cuerpos de agua afectados por la proliferación del "pez armado" (Hypostomus plecostomus), comúnmente conocido como "pez diablo", con el fin de restaurar el equilibrio ecológico y promover la diversidad biológica. Paralelamente, se establecerán estrategias integrales para el control y manejo de esta especie invasora, incluyendo métodos de captura selectiva y regulación de su reproducción. Además, se buscará aprovechar este recurso de manera sostenible, en colaboración con las comunidades locales y las autoridades pertinentes.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE60	Impulsar la investigación científica aplicada y la provisión de asistencia técnica especializada a los productores pesqueros y acuicultores, con el objetivo de mejorar las prácticas de manejo y producción, promover la adopción de tecnologías sostenibles, aumentar la productividad y la rentabilidad de las actividades pesqueras y acuícolas, y garantizar la conservación de los recursos naturales. Esta iniciativa involucraría la	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.



	colaboración entre instituciones gubernamentales, centros de investigación, universidades y organizaciones del sector privado, con el fin de generar conocimientos actualizados y transferirlos de manera efectiva a los actores involucrados en la cadena productiva de la pesca y la acuicultura.	
EE61	Implementación de un programa de coordinación interinstitucional para prevenir la pesca furtiva y la sobreexplotación pesquera, involucrando a autoridades locales, estatales y federales, así como a organismos de conservación y comunidades pesqueras. Este programa incluirá la vigilancia de las áreas de pesca, el intercambio de información y recursos, la promoción de prácticas pesqueras sostenibles y el fortalecimiento de la aplicación de regulaciones y sanciones contra actividades ilegales.	La promovente plantea la construcción de la protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río, sin embargo, el presente proyecto y las actividades a realizar no se contraponen ni limitan con la coordinación interinstitucional para evitar la pesca furtiva y sobreexplotación pesquera y promoción de prácticas sostenibles. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
EE62	Fomento de la colaboración entre los sectores gubernamental, productivo pesquero y acuícola, y académico, mediante la creación de espacios de diálogo y coordinación para el intercambio de conocimientos, experiencias y recursos.	La promovente plantea la construcción de la protección marginal en el rio La Sierra con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río, sin embargo, el presente proyecto y las actividades a realizar no se contraponen ni limitan con la colaboración entre los sectores gobierno, productivo pesquero y acuícola, y académico. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
EE63	Diseñar e implementar un programa de inspección y vigilancia para evitar la deforestación y el cambio de uso de suelo, favoreciendo así la conservación de la flora y fauna de la unidad.	El presente proyecto tiene como objetivo la construcción de una protección marginal, por lo que para su construcción no se realizará aprovechamiento forestal o de fauna. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
EE69	Fomentar la reconversión de la ganadería de extensiva a semi-	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus



	intensiva o estabulada, para reducir la presión sobre los recursos naturales	bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE70	Promover programas de capacitación a los pequeños y medianos productores del campo, mediante asistencia técnica con enfoques incluyentes y sostenibles.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE71	Se impulsará la rehabilitación y tecnificación de pastizales para mitigar el sobrepastoreo, implementando prácticas sostenibles que promuevan la regeneración del suelo y la conservación de la biodiversidad. Además, se llevarán a cabo programas de apoyo para la implementación de técnicas de mejoramiento de la producción ganadera, con el fin de reducir los impactos negativos de esta actividad sobre los recursos naturales, promoviendo prácticas responsables y sostenibles.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades que impulsen la rehabilitación y tecnificación de pastizales para mitigar el sobrepastoreo, implementando prácticas sostenibles que promuevan la regeneración del suelo y la conservación de la biodiversidad, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EE72	Implementar políticas que promuevan la transición hacia prácticas forestales más sostenibles y amigables con el medio ambiente, como la promoción de la silvicultura comunitaria y el manejo forestal certificado, el establecimiento de incentivos para la conservación y restauración de bosques nativos, la regulación de las prácticas de tala y la promoción de la reforestación con especies nativas.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen derecha del río, de acuerdo con los instrumentos de política ambiental, el sitio donde se ubica el proyecto, no se encuentra dentro de terrenos forestales por lo que no le aplica el implementar programas de manejo forestal sustentable en las áreas con cobertura forestal. Sin embargo, las obras a



	Esto incluye también el impulso de prácticas agroforestales que integren la producción agrícola con la conservación de los recursos forestales, así como el fomento de la investigación y el desarrollo de tecnologías para mejorar la gestión forestal y aumentar la eficiencia en el uso de los recursos naturales.	realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en el presente.
EE73	Promover las plantaciones forestales y su importancia para Tabasco mediante políticas que fomenten la expansión y gestión sostenible de estos recursos. Esto incluye incentivar la creación de nuevas plantaciones forestales, así como el manejo adecuado y la conservación de las existentes, con el fin de aumentar la cobertura forestal, proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y contribuir al desarrollo socioeconómico de la región.	El sitio donde se pretende realizar las actividades constructivas de la protección marginal, no se ubica en terrenos forestales de acuerdo con lo que indican los instrumentos en política forestal, por lo cual las actividades a realizar no se contraponen con el presente criterio.

Estrategias ecológicas generales

EG1	Actualizar las normativas y reglamentos estatales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo urbano con el propósito de garantizar la seguridad jurídica en la utilización de los recursos naturales y la planificación del uso del suelo, de acuerdo con las directrices ambientales y las características específicas del territorio definidas en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, la cual no tiene relación con actualización de las normativas y reglamentos relacionados con el medio ambiente y se plantea la protección de la margen del río La Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección en el municipio de Centro, Tabasco, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG2	Promover un análisis para identificar posibles discrepancias entre la normativa ambiental vigente y los programas implementados por las dependencias gubernamentales estatales y federales. Para facilitar la detección temprana de conflictos y	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, la cual no tiene relación con las normativas y programas para detección de conflictos, y se plantea la protección de la margen del río La Sierra, a



	promover su pronta resolución, garantizando la coherencia y eficacia de las políticas ambientales y programas de desarrollo en la región. A través de esta iniciativa, se busca fortalecer la coordinación interinstitucional y optimizar los recursos para alcanzar objetivos ambientales comunes en el estado de Tabasco. En esta estrategia se debe incluir la colaboración entre los distintos niveles de gobierno, sociedad civil y otros actores relevantes para garantizar la protección y conservación de los recursos naturales y promover un desarrollo sostenible.	la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección en el municipio de Centro, Tabasco, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG3	Implementar acciones para incorporar la gestión integral de riesgo de desastres, incluyendo consideraciones de riesgo en todas las políticas y planes de desarrollo territorial, así como en la toma de decisiones de cambio de uso de suelo. El objetivo es anticipar y reducir los impactos posibles causados por los desastres naturales, el fortalecimiento de la infraestructura urbana y la protección de los recursos naturales. Además, se deberá incorporar acciones para mejorar la planificación urbana y territorial, priorizando la seguridad y el bienestar de todos los ciudadanos. Con particular atención a los que viven en la zona costera que enfrentan problemas de erosión costera, así como los establecidos en zonas de riesgo por inundaciones. Estas acciones involucran una colaboración institucional y la participación de la sociedad civil para una mejor gestión del riesgo.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra , por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG4	Elaborar y ejecutar un programa completo de educación ambiental, adaptado específicamente a los desafíos y necesidades identificados en la agenda ambiental del POERET.	La promovente no presenta las facultades para implementar actividades para la divulgación de cultura ambiental a través de medios de comunicación con la participación de las diversas autoridades federales,

	Este programa estará diseñado para promover la sensibilización y participación de la comunidad en iniciativas ambientales locales y estatales. Se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación para medir el impacto del programa, asegurando su efectividad y permitiendo ajustes según sea necesario. Además, se buscará coordinar y colaborar estrechamente con otras iniciativas y programas ambientales a nivel municipal, estatal y nacional, con el objetivo de maximizar los recursos y el impacto de las acciones ambientales en todo el estado de Tabasco.	estatales y municipales, sin embargo, **no limita ni se contrapone** con el presente criterio.
EG5	Impulsar una estrategia integral de cambio climático para el estado de Tabasco, que aborde tanto la adaptación como la mitigación, promoviendo la cooperación regional, la investigación científica y la participación comunitaria. La estrategia debe incluir un análisis de los impactos del cambio climático, identificando las áreas de mayor vulnerabilidad y priorizando acciones concretas para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad, incluyendo la gestión sostenible del agua, promoción de energías renovables, reforestación y la infraestructura resistente a desastres. Así mismo, deberá incluir la identificación de mecanismos de cooperación y coordinación con otros estados y entre municipio de la región, organismos internacionales para compartir información, buenas prácticas y fondos en materia de cambio climático.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG6	Fomentar la coordinación entre los 17 gobiernos municipales del estado de Tabasco para llevar a cabo actividades de gestión destinadas a desarrollar	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la



	planes de acción climática específicos para cada municipio. Estos planes incluirán medidas para abordar los desafíos del cambio climático a nivel local, como la mitigación de emisiones, la adaptación a los impactos climáticos y la promoción de prácticas sostenibles en diversos sectores, como la agricultura, la energía y el transporte. Además, se buscará involucrar a la sociedad civil, el sector privado y otras partes interesadas en la elaboración y ejecución de estos planes, asegurando así una respuesta integral y participativa frente al cambio climático en todo el estado.	construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG7	Fomentar la incorporación de consideraciones de cambio climático en los planes y programas sectoriales, incluyendo agricultura, ganadería, pesca, turismo, infraestructura, forestal, industria, urbanización, asentamientos humanos, salud y todos aquellos dentro del territorio de Tabasco, para garantizar la resiliencia de todos los sectores ante los efectos climáticos adversos.	La presente estrategia no aplica, en virtud que el proyecto no se relaciona con lo que establece la presente; así mismo no se encuentra dentro de las injerencias de la promovente promover la inclusión de los temas de adaptación y mitigación al cambio climático en la planeación de las actividades de los distintos sectores. Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
EG8	Actualizar e implementar el programa integral de gestión de residuos sólidos que abarque todas las etapas del ciclo de vida de los desechos, desde la generación hasta su disposición final. Esto incluye el fomento de sistemas eficientes de recolección, tratamiento y disposición, así como la promoción activa de prácticas de reducción, reutilización y reciclaje entre los ciudadanos y las empresas. Además, se impulsará la creación de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de residuos, asegurando su operación bajo estándares ambientales y fomentando la innovación en tecnologías de gestión sostenible de desechos. Esta estrategia se desarrollará en	Con la finalidad de prevenir contaminación del suelo, se efectuará un manejo adecuado de los residuos, por tal motivo se elabora el programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos (RP). Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos se depositarán en contenedores con tapa y estarán identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre terreno plano y firme con cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del Río o de cualquier otro cuerpo de agua.



	colaboración con actores clave, como el gobierno local, la sociedad civil y el sector privado, para garantizar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente y la salud pública en el estado de Tabasco.	Los residuos generados durante el periodo de tiempo en que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final a través de empresas autorizadas; estas acciones y demás, se encuentran descritas a detalle en el programa de manejo y disposición final de residuos.
EG9	Promover el desarrollo de un proyecto de la cobertura de uso de suelo y vegetación en todo el estado de Tabasco, a una escala de 1:50,000 o mayor que de mayor certeza del estado actual. Empleando la mejor tecnología que se tenga disponible, como imágenes de satélite de alta resolución y sistemas de información geográfica (SIG), complementando con trabajo de campo y datos existentes para un diagnóstico integral y preciso. Se sugiere que se realice un análisis de estructura, composición y distribución espacial de la cobertura vegetal, identificando áreas de alta biodiversidad, fragmentación del hábitat, deforestación, así como zonas prioritarias para la conservación y restauración. Con esta información sobre la cobertura vegetal se tendrá una mejor comprensión de los ecosistemas de la región y facilitará la formulación de políticas de conservación, restauración y manejo más efectivas. Es responsabilidad de las autoridades ambientales de Tabasco, involucrando la colaboración intersectorial, la academia, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y demás actores relevantes para enriquecer el diagnóstico.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, la cual no tiene relación con desarrollo de un proyecto de la cobertura de uso de suelo y vegetación en el estado, y se plantea la protección de la margen del río La Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección en el municipio de Centro, Tabasco, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG10	Aplicar estrategias en el territorio de Tabasco, derivadas de la Estrategia Estatal de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la



	(EEREDD+ TABASCO). La finalidad es de acuerdo con los objetivos de la EEREDD+ implementar acciones para aumentar la capacidad de los sumideros de carbono, promover la producción rural sostenible, brindar incentivos para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y alinear las políticas públicas con esquemas de gobernanza y respeto de las comunidades locales. Estas estrategias se ejecutarán dentro del marco del ordenamiento ecológico, con el objetivo de coadyuvar en la mitigación de los impactos negativos del cambio climático, promover la protección de los ecosistemas forestales y el desarrollo sostenible de la región.	construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG11	Estatal de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el estado de Tabasco. Este sistema incluirá la recopilación regular de datos sobre las emisiones de GEI de diversas fuentes, como la industria, la agricultura, el transporte y la gestión de residuos. Se establecerán mecanismos de monitoreo y reporte que permitan seguir de cerca las tendencias de emisiones y evaluar el impacto de las políticas y medidas de mitigación implementadas. Además, se promoverá la capacitación y colaboración con expertos en el tema para garantizar la calidad y precisión de los datos recopilados. El objetivo final es contar con información actualizada y confiable que sirva como base para la toma de decisiones y la elaboración de políticas destinadas a reducir las emisiones de GEI y mitigar los efectos del cambio climático en el estado de Tabasco.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.

EG12	Fomentar el diseño e implementación un estudio integral de ordenamiento acuícola en el estado de Tabasco, que identifique y delimite las áreas geográficas más adecuadas para el desarrollo de actividades acuícolas sostenibles, como la ostricultura, camaronicultura, piscicultura y maricultura. Este estudio se llevará a cabo mediante un enfoque participativo que involucre a diferentes actores, incluyendo a comunidades locales, pescadores, científicos y autoridades gubernamentales. Se realizarán evaluaciones detalladas de los recursos hídricos, las condiciones ambientales, la calidad del agua y otros factores relevantes para determinar la idoneidad de cada área para las diferentes prácticas acuícolas. Además, se establecerán criterios claros y transparentes para la asignación y gestión de las concesiones acuícolas, con el fin de garantizar la protección de los ecosistemas acuáticos y promover la sostenibilidad a largo plazo de la actividad acuícola en el estado.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG13	Impulsar la creación y mantenimiento de corredores biológicos en el estado de Tabasco como parte integral del ordenamiento ecológico. Estos corredores serán diseñados para conectar áreas naturales protegidas y hábitats fragmentados, promoviendo la movilidad de la fauna y la dispersión de semillas, lo que contribuirá a la conservación de la biodiversidad y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Se sugiere que se lleven a cabo estudios para identificar las áreas prioritarias para la creación de corredores biológicos, considerando la distribución de especies clave, la conectividad entre	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.



	hábitats y los riesgos de fragmentación del paisaje. Además, se fomentará la participación de las comunidades locales en la planificación y gestión de estos corredores, con el objetivo de promover la apropiación social del territorio y fortalecer la gobernanza ambiental a nivel local.	
EG14	Desarrollar un programa de apoyo técnico y gestión dirigido a los ayuntamientos del estado de Tabasco para la elaboración de sus programas municipales de ordenamiento ecológico. Dentro del programa se deberá incluir la capacitación para los funcionarios municipales, asistencia técnica para el acceso a herramientas y metodologías para el desarrollo del proceso. Además, se promoverá la inclusión de las perspectivas y necesidades de la población local en los programas municipales. Se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación para garantizar la efectividad y la mejora continua de estos programas, así como para asegurar su alineación con las políticas y normativas ambientales estatales y federales.	La promovente plantea la construcción de la protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río, sin embargo, el presente proyecto y las actividades a realizar no se contraponen ni limitan con brindar apoyo técnico y de gestión a los ayuntamientos para la elaboración de los programas municipales de ordenamiento ecológico.
EG15	Diseñar un plan integral de control y erradicación de especies invasoras y exóticas en el estado de Tabasco como parte del programa de ordenamiento ecológico. Este plan comprenderá la identificación de las especies invasoras más relevantes y su distribución geográfica, así como la evaluación de los impactos negativos que causan en los ecosistemas nativos y la biodiversidad local. Se establecerán medidas de prevención y monitoreo para evitar la introducción de nuevas especies invasoras, así como estrategias de control y erradicación para aquellas ya establecidas. Estas acciones se	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal La promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, elaborar, gestionar o instrumentar acciones de control y erradicación de especies invasoras y/o exóticas; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.



	llevarán a cabo en colaboración con instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil y la comunidad local, involucrando a diferentes sectores de la sociedad en la conservación y protección de los ecosistemas naturales de Tabasco. Se realizarán campañas de sensibilización y educación ambiental para aumentar la conciencia pública sobre los riesgos asociados con las especies invasoras y la importancia de su control y manejo adecuado. Además, se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación para medir el progreso y la efectividad de las acciones implementadas y realizar ajustes según sea necesario para lograr los objetivos de conservación.	
EG16	Fomentar que el Gobierno del Estado de Tabasco, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los municipios, promueva una estrategia integral para realizar análisis detallados que identifiquen las áreas prioritarias donde se debe restringir la extracción de materiales pétreos. Estas acciones se enfocarán especialmente en aquellas zonas que puedan afectar las áreas de recarga y descarga de los acuíferos, con el objetivo de proteger la calidad y cantidad del recurso hídrico. Para ello, se llevarán a cabo los estudios necesarios para delimitar las áreas de mayor vulnerabilidad y sensibilidad ambiental. Además, se establecerán medidas de control y monitoreo para garantizar el cumplimiento de las restricciones y prevenir la sobreexplotación de los recursos naturales. Se promoverá la participación de las comunidades locales, así como de las instituciones académicas y la sociedad civil, en la	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra. Se presenta una pérdida de la cubeta hidráulica por la sedimentación de material pétreo proveniente del constante colapso de la margen, por lo que realizar las obras ayudaran a evitar y minimizar la problemática. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.



	identificación y protección de las áreas críticas para la conservación del agua y la preservación del equilibrio ecológico en el estado de Tabasco.	
EG17	Promover la implementación de un programa integral de gestión de incendios forestales, centrado en la localización y protección de las áreas críticas, así como en la prevención y control eficaz de los incendios. Este programa incluirá la identificación de las áreas más susceptibles a los incendios forestales, con un enfoque especial en la protección de los humedales, que son ecosistemas vulnerables y de alto valor ecológico en el estado. Se llevarán a cabo acciones de monitoreo y vigilancia para detectar y prevenir incendios forestales, así como medidas de rápida respuesta y combate en caso de emergencia. Además, se promoverá la capacitación y coordinación de brigadas especializadas, así como la participación de las comunidades locales y otras partes interesadas en la gestión y protección de los recursos naturales. Este programa se desarrollará en colaboración con instituciones gubernamentales, organizaciones ambientales y el sector privado, con el objetivo de garantizar la conservación de los ecosistemas forestales y la mitigación de los impactos negativos de los incendios en el estado de Tabasco.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, para implementar programas de manejo integral de riesgos y desastres naturales como incendios, plagas y tala; sin embargo, el proyecto se plantea como parte de un programa integral que va enfocado a la prevención de inundaciones en varios municipios del estado de Tabasco.
EG18	Promover la vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco con otros instrumentos de planeación estratégica de ordenamiento y uso del territorio.	Se da cumplimiento a la EG18, efectuando la vinculación del proyecto, con las estrategias definidas en el POEGT y el POEM y RGM y MC.
EG19	Fomentar una mayor participación ciudadana en la identificación y reporte de actividades que puedan ocasionar daños al medio ambiente,	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la



	fortaleciendo y promoviendo la difusión del sistema de atención y seguimiento de denuncias ambientales para garantizar una respuesta eficaz y oportuna.	construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
EG20	Fomentar los estudios necesarios y emitir las declaratorias pertinentes para la creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas a nivel estatal en Tabasco. Estos procesos estarán respaldados por investigaciones exhaustivas que evalúen la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ambientales de las áreas propuestas, garantizando así la protección efectiva de los recursos naturales y la conservación de la diversidad biológica en el estado.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende realizar obras o actividades dentro de áreas naturales protegidas por lo que los Criterios para áreas naturales protegidas no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.

Criterios de regulación Ecológica

Estos se refieren a una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales. Estos criterios se agrupan por aptitud territorial, por cada uso potencial.

Criterios de Regulación Ecológica		
Criterio	**Establece**	**Vinculación**
CG1	El comité de ordenamiento ecológico regional del estado de Tabasco, previa evaluación técnica, podrá asignar criterios de regulación contenidos en este programa u otros que considere pertinentes, cuando se pretenda realizar algún proyecto no previsto al momento de la solicitud de compatibilidad o de ordenar el territorio.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se plantea la protección de la margen del río La Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección en el municipio de Centro, Tabasco, donde la evaluación técnica define regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades del área intervenida.



CG2	Implementar pasos de fauna en carreteras e infraestructura nuevas, según lo determine la autoridad ambiental competente. Esto se aplica a todos los proyectos, obras y actividades que requieran barreras, bordos o cercas, garantizando así el libre desplazamiento de la fauna silvestre y evitando la fragmentación de hábitats."	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, el desarrollo de carreteras; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CG3	Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal natural deberán comprobar que no afectarán las poblaciones de flora y fauna endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Durante el desarrollo del proyecto se Impulsará y motivará la protección y conservación de especies silvestres nativas, establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CG4	El aprovechamiento de flora y fauna silvestre se realizará a través de las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable, en los términos de autorización de SEMARNAT.	El presente proyecto y las actividades por realizar no están relacionadas con el aprovechamiento de fauna o flora por lo cual **no se contraponen** con lo que establece el presente criterio.
CG5	El diseño de proyectos deberá contemplar disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas particularmente los humedales, selvas y vegetación secundaria (acahuales). Considerará mantener o crear corredores biológicos de vegetación natural. Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en áreas de vegetación natural o secundaria, se podrá cambiar el uso del suelo hasta un 10% de su superficie en áreas de vegetación natural y un 30% en vegetación secundaria. El área restante deberá estar sujeto a acciones de manejo continuas que promuevan la restauración y conservación de las especies presentes, con especial énfasis en aquellas incluidas en la NOM_059-SEMARNAT-2001. Además, en el área desmontada se evaluará la reubicación de los	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que no se cuenta con facultades ni pretende la construcción de infraestructura en dunas costeras, proponer proyectos para recuperar la cobertura vegetal de las selvas, manglares y/o humedales; establecimiento de unidades de manejo; cambiar usos de suelos; introducción de fauna nativa; ejecutar plantaciones forestales, aprovechamiento de fauna; desarrollar estudios para determinar las causas de la deforestación, la degradación y el cambio de uso de suelo; generar programas de trabajo para regiones prioritarias de conservación. Por lo que los Criterios para Conservación, no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.



	ejemplares de especies vegetales o de fauna que sean necesarias. El área para desmontar deberá estar ubicada preferentemente en la periferia del fragmento de vegetación permitiendo la continuidad de la vegetación. Adicionalmente se deberá hacer acciones de restauración o reforestación en una superficie mínima equivalente a la que se perdió con el cambio de uso de suelo del proyecto.	
CG6	La realización de obras públicas o privadas que puedan provocar deterioro de los suelos, deben incluir acciones de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación general.	Las obras y actividades comprendidas en el proyecto se consideran obras públicas necesarias que competen al Ejecutivo Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), ya que en ellas se propone la implementación de con la finalidad de preservar y proteger la margen del río La Sierra y con ello evitar que se sigan generando deslaves o derrumbes que propicien la perdida de la margen.
CG7	Para todos los proyectos, obras, infraestructura o demás se deberá implementar las medidas específicas de la Ley General de Cambio Climático que coadyuven a incrementar la resiliencia de los ecosistemas forestales. Esto incluye acciones como la promoción de prácticas de manejo forestal sostenible que favorezcan la regeneración natural de la vegetación natural, la restauración de áreas degradadas mediante la reforestación con especies nativas adaptadas al cambio climático, y el establecimiento de corredores biológicos para facilitar el movimiento de especies y aumentar su diversidad genética.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, implementar medidas específicas de la Ley General de Cambio Climático que coadyuven a incrementar la resiliencia de los ecosistemas forestales; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CG8	Se promoverá la participación de la sociedad en la planificación, implementación y evaluación de acciones relacionadas con la protección del medio ambiente y la gestión de recursos naturales. Se establecerán mecanismos que faciliten la consulta y colaboración de la	La ejecución del proyecto no limita ni se contrapone con lo que establece la presente estrategia, ya que, no se refiere al desarrollo de democracias participativas.



	comunidad en la toma de decisiones ambientales, garantizando la transparencia, inclusión y rendición de cuentas en los procesos de gobernanza ambiental.	
CG9	El diseño de todo tipo de proyectos deberá contemplar medidas destinadas a prevenir la contaminación del aire, agua y suelo, así como a controlar las emisiones y vertidos contaminantes.	Durante la ejecución de las obras que se pretenden realizar, se llevarán a cabo una serie de acciones encaminadas a minimizar los efectos que pudieran ocasionarse hacia los recursos naturales (suelo, aire, agua). Dichas acciones se describen en el capítulo VI del presente estudio.
CG10	Se dará prioridad a las acciones y proyectos relacionados con Protección Civil, Prevención de Incendios Forestales y Control de Riesgos Naturales, los cuales son esenciales para salvaguardar tanto a la población como a los recursos naturales. Estas medidas pueden ser implementadas en cualquier área del territorio estatal, siempre que se cumplan con los criterios específicos aplicables a cada Unidad de Gestión Ambiental, Atlas de Riesgos y los planes de manejo y desarrollo urbano vigentes. Se requerirá la previa autorización de Impacto Ambiental y, en caso necesario, el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia, ya que propone y promueve la construcción de la protección marginal del rio La Sierra, a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección, en el municipio de Centro, zona en la que de acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED se encuentran en un índice de Vulnerabilidad ante inundaciones alta. Por lo que, con la construcción de la protección marginal se cumplirá con el objetivo de detener la erosión que sufre la margen derecha de dicho río con la finalidad de proteger la infraestructura de uso público, los bienes inmuebles, pero sobre todo la vida de los habitantes de la zona.
CG11	La construcción de infraestructura para el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de aguas residuales es esencial para la salud y bienestar de la población. Estos proyectos pueden ser implementados en cualquier área del territorio estatal, siempre y cuando se cumplan con los criterios específicos aplicables a cada Unidad de Gestión Ambiental, los análisis de disponibilidad de agua proporcionados por CONAGUA, así como los planes de manejo de áreas naturales protegidas y los planes de desarrollo	El presente proyecto tiene por objeto protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos. Las actividades por realizar no tienen relación alguna con los procesos operativos en materia de agua potable, drenaje y alcantarillado y saneamiento.



	urbano vigentes. Se requerirá la previa autorización de Impacto Ambiental y, si es necesario, el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	
CG12	La construcción de infraestructuras de interconexión energética, puertos y carreteras son fundamentales para impulsar el desarrollo productivo del estado de Tabasco. Estos proyectos pueden establecerse en cualquier área del territorio, exceptuando las Áreas Naturales Protegidas que tienen sus propios procesos de permisos. En el resto del territorio deben cumplir con criterios específicos para cada área de la región de acuerdo con la Unidad de Gestión Ambiental. En el caso particular de las zonas de conservación, estos proyectos deben establecerse fuera de la vegetación primaria o secundaria ubicándose preferentemente en áreas que ya presenten algún grado de impacto. Además, deben cumplir con los planes de desarrollo urbano vigentes y todos los permisos y/o autorizaciones de las autoridades municipales, estatales y federales, referentes en el ámbito de sus respectivas competencias. Se requiere la autorización previa de Impacto Ambiental y, en caso necesario, del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	No aplican, las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal, la cual tiene como objeto el detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que en virtud que el proyecto no se relaciona con la construcción de infraestructuras de interconexión energética, puertos ni carreteras; las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en los presentes.
CG13	La infraestructura de comunicación, incluyendo las vías carreteras de competencia Estatal y Federal, es esencial para la integración territorial. Estos proyectos pueden ser establecidos en cualquier parte del territorio estatal, siempre y cuando cumplan con los criterios específicos de cada área, así como con los Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y los Planes de Desarrollo Urbano vigentes. Se requiere la autorización previa de Impacto	Las actividades para realizar consisten en la construcción de una protección marginal, la cual tiene como objeto el detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra y con ello proteger la infraestructura y asentamientos humanos, por lo cual no alterará los flujos hidrológicos para los niveles ordinarios y extraordinarios de inundación. Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece el presente.



	Ambiental y, en caso necesario, del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	
CG14	Se debe supervisar el aprovechamiento de manantiales, pozos y cauces, en colaboración con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	Como parte de las actividades no se realiza la modificación y ocupación de los cauces de arroyos, ríos, lagunas, drenes que implique el deterioro de sus condiciones naturales. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CG15	El aprovechamiento de agua deberá respetar los límites de disponibilidad definidos por la Autoridad Competente.	Como parte de las actividades no se realiza la modificación y ocupación de agua que respete los límites de disponibilidad. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CG16	Se identificarán las especies invasoras prioritarias y sus posibles vías de introducción para definir medidas que eviten su ingreso y establecimiento en los ecosistemas tabasqueños, de acuerdo con la legislación vigente que prohíba su introducción.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal. no es motivo del presente estudio, la introducción de especies exóticas o invasoras de flora y/o fauna en UGA's prioritarias de conservación, conservación y/o restauración.
CG17	En proyectos, terrenos y parcelas ubicados en dos o más Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la aplicación del ordenamiento ecológico se llevará a cabo de manera independiente por las secciones correspondientes a cada UGA, garantizando así la adecuada consideración de las particularidades y necesidades de cada área.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no se relaciona con áreas con aptitud agrícola, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en el presente.
Criterios para Conservación y Restauración		
CCR1	Si por excepción, las autoridades competentes autorizan el cambio de uso de suelo en áreas de vegetación natural o secundaria en unidades de gestión destinados a la conservación o protección, se esperará que este no supere el 5% de la superficie del fragmento y en su caso que se ubique en las periferias de este. El terreno restante del fragmento (95%) deberá contar con acciones de manejo	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen derecha del río La Sierra, por lo que la realización del presente proyecto, no se contrapone con el presente criterio.



	continuas para mantener sus funciones ecológicas, la conservación del fragmento, así como la minimización de la fragmentación o efectos de borde.	
CCR2	Se establecerá la prohibición de desecación, dragado y relleno de los humedales para actividades de alto impacto ambiental. Asimismo, se limitará la instalación de nueva infraestructura, sujeta a una justificación técnica y autorización correspondiente. En casos excepcionales donde la autoridad competente apruebe el cambio de uso de suelo, este no excederá el 15% del área total, y se ubicará preferiblemente en la periferia del humedal. El 85% restante estará sujeto a acciones continuas de manejo para proteger sus servicios ecosistémicos. Dentro de las medidas de manejo, se garantizará que las nuevas obras no tengan efectos negativos en la permanencia del humedal ni interrumpan sus flujos hidrológicos. Además, se preservará la conectividad ecológica y se evitará la fragmentación de los humedales. Se implementará un programa de restauración de humedales en un área de tamaño equivalente a la afectada, preferiblemente en zonas contiguas al humedal intervenido o en áreas con potencial de restauración cercanas al proyecto.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. no es motivo del presente estudio, efectuar acciones de desecación, dragado y/o relleno de humedales; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCR3	La restauración de los bordos, márgenes de ríos, arroyos y cuerpos de agua, implementará técnicas mecánicas especializadas para estabilizar el suelo. Se priorizará el uso de especies nativas de vegetación riparia, las cuales actúan como fijadoras del suelo y contribuyen a la restauración de los ecosistemas ribereños.	El presente proyecto pretende la construcción de una protección marginal los cuales tienen como objetivo la protección de la margen del rio La Sierra, pues su objetivo del proyecto es evitar la erosión de los bordos del rio la Sierra que a su vez provocan asolvamientos en el lecho del rio, perdidas de vegetación riparia que funge como hábitat de especies ribereñas y por último, pero no menos importante la perdida de patrimonio de las personas que habitan en las cercanías



		a los ríos aguas abajo. Con las obras de protección se espera mantener el cauce y que esta continúe prestando los servicios ambientales hídricos.
CCR8	Requerir la realización de evaluaciones de impacto ambiental para proyectos que puedan afectar los ecosistemas, garantizando que se tomen en cuenta los posibles efectos sobre la biodiversidad, la calidad del agua y otros recursos naturales.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Como parte de la presente evaluación, se plantean acciones encaminadas a minimizar los efectos que pudieran ocasionarse hacia los recursos naturales del sitio y zonas aledañas (suelo, aire, agua).
CCR9	Recomendar la restauración ecológica en las áreas en etapa de abandono de la industria, bancos de materiales u otras actividades, priorizando la utilización de especies nativas.	El presente proyecto pretende la construcción de una protección marginal la cual tiene como objetivo la protección de la margen del rio La Sierra, por lo que no está dentro de las facultades e injerencias de la promovente recomendar la restauración ecológica en las áreas en etapa de abandono de la industria, bancos de materiales u otras actividades, priorizando la utilización de especies nativas. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CCR10	Se permite el establecimiento de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) y de proyectos de bioprospección con base en la normatividad correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCR11	El cambio de uso de suelo forestal a otro tipo de uso deberá cumplir lo que determine la autoridad ambiental correspondiente y lo establecido en la opinión de compatibilidad en materia de ordenamiento ecológico.	El sitio donde se pretende construir la protección marginal, no se ubica en terrenos forestales, por lo cual no le aplica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CCR12	Previa justificación técnica y autorización correspondiente, podrá llevarse a cabo la reintroducción de especies de fauna nativa en ecosistemas terrestres y acuáticos.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal, dichas obras no presentan relación con actividades acuícolas por lo que no les aplica de la reintroducción de especies de fauna



		nativa en ecosistemas terrestres y acuáticos. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CCR13	En zonas con vegetación primaria sólo se permiten actividades tendientes a su conservación, restauración y aprovechamiento sustentable, mismas que podrán ser propuestas por la autoridad correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. las cuales no se ejecutarán en zonas con vegetación primaria; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCR14	El manejo y aprovechamiento de la biodiversidad enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, quedará sujeto a lo que establece la Ley General de Vida Silvestre.	No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de fauna o flora, por lo cual las actividades a realizar no se contraponen con el presente criterio.
CCR15	Evitar la afectación a la fauna, respetando los fragmentos de vegetación presentes en el área del proyecto.	Desde el inicio de las actividades del proyecto se propone implementar un Programa de rescate y reubicación de fauna por lo cual la construcción de la protección marginal no producirá ningún tipo de efecto adverso sobre las especies de fauna, por lo cual el presente proyecto no se contrapone con el presente criterio.
CCR16	Queda restringida o prohibida la deforestación de acahuales maduros y vegetación primaria, conforme a lo dictado por la autoridad y legislación correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. las cuales no se ejecutarán en acahuales maduros y/o vegetación primaria; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
Criterios para las Actividades de Asentamientos Humanos y Desarrollo Humano		
CAH1	Se restringen los tiraderos a cielo abierto y el establecimiento de los rellenos sanitarios se sujetará a lo establecido por La legislación ambiental correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. no es motivo del presente estudio, gestionar la apertura de nuevos tiraderos a cielo abierto. Durante las actividades requeridas para el proyecto, se ejecutarán una serie de



		medidas de prevención y mitigación de impactos, entre ellos la aplicación de un Programa de Manejo de Residuos, encaminado efectuar una adecuada disposición de residuos.
CAH2	Implementar sistemas de tratamientos de aguas residuales con tecnología e infraestructura cuyas descargas cumplan con lo establecido en la NOM-001- SEMARNAT-2021 o la norma oficial mexicana que corresponda.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. no es motivo del presente estudio, implementar sistemas de tratamientos de aguas residuales; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CAH3	El desarrollo urbano deberá respetar y ajustarse a los límites establecidos por los Planes de Desarrollo Urbano que estén en efecto.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal con el objeto de proteger la margen del rio La Sierra, dichas obras no están relacionadas con desarrollos urbanos por lo cual dichas no se contraponen con lo que establece el presente criterio.
CAH4	No se permite el establecimiento de nuevos asentamientos humanos, en los márgenes de los cuerpos de agua a una distancia menor a 20 metros, y por arriba de lo señalado del nivel máximo extraordinario, o lo que dicte las normas oficiales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la creación de nuevos centros de población o asentamiento humanos, por lo que los Criterios para asentamientos humanos no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAH5	El crecimiento de las áreas urbanas debe tener lugar en los espacios disponibles dentro de estas áreas, respetando los límites de expansión establecidos en el Programa de Desarrollo Urbano. Se debe priorizar el desarrollo que sea compatible con las características del suelo en Tabasco, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y garanticen la sustentabilidad urbana.	Las actividades para realizar como parte del presente proyecto no están relacionadas con la generación de asentamientos humanos por lo cual no se contrapone con lo que establece el presente criterio.

CAH6	Las áreas designadas para dotación e infraestructura en proyectos habitacionales en la UGA deben implementar diseños y técnicas que sean ecológicamente amigables y tecnológicamente eficientes.	Las actividades para realizar como parte del presente proyecto no están relacionadas con la generación de asentamientos humanos por lo cual no se contrapone con lo que establece el presente criterio.
CAH7	La construcción y operación de proyectos en Zonas Urbanas deben contemplar un Programa de Manejo Integral de Agua, Residuos y Emisiones, el cual debe ser validado por la autoridad competente.	La obra que se realizará es de construcción la protección marginal es un bien nacional margen Derecha del rio la Sierra para la recuperación de su sección hidráulica, donde las márgenes no se verán afectadas durante la etapa constructiva. En cuanto a los residuos, se contempla la propuesta de un programa de manejo y disposición final de los residuos, el cual regulara su manejo durante la ejecución del proyecto.
CAH8	El manejo del alumbrado público deberá contemplar medidas destinadas al ahorro de energía y la adopción de nuevas tecnologías y alternativas sustentables que contribuyan a mejorar su eficiencia y funcionamiento.	Las actividades para realizar como parte del presente proyecto no están relacionadas con la generación de asentamientos humanos por lo cual no se contrapone con lo que establece el presente criterio.
CAH9	Las descargas de agua residual provenientes de zonas urbanas deben cumplir con los estándares de calidad establecidos en la normativa vigente. Además, es necesario garantizar que las instalaciones cuenten con la capacidad adecuada para el tratamiento de las aguas residuales antes de su vertido en cualquier cuerpo receptor.	Con la ejecución de las actividades del proyecto, se prevé la generación de aguas residuales de origen sanitario provenientes de la presencia de actividad humana en el sitio. Para evitar la contaminación del agua y suelo, por la generación de las aguas residuales generadas, se colocarán letrinas sanitarias portátiles, en las cuales se colectarán las aguas generadas. Esto exclusivamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción Las letrinas se colocarán sobre Liner tipo cenicero con el objeto de minimizar los riesgos de filtración de las aguas hacia el subsuelo suelo; la disposición final de las aguas residuales generadas, serán efectuadas por medio de una empresa autorizada que preste el servicio de renta de letrinas, la cual, de igual forma brindará el servicio de limpieza periódica a las letrinas.



		La evidencia del buen manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales se realizará mediante la presentación de fotos del uso adecuado de las letrinas sanitarias y de contrato de prestación de servicios con empresa autorizada, dentro del informe de cumplimiento del proyecto.
CAH10	En las nuevas construcciones, especialmente en las áreas de expansión y consolidación urbana, se requerirá la viabilidad del suministro de agua potable y la conexión al sistema de drenaje de aguas residuales como requisitos para la obtención de permisos de construcción.	El presente proyecto tiene por objeto protección marginal derecha del Río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra. sección, con la finalidad de que dicho cuerpo de agua tenga las características adecuadas para encausar los escurrimientos de agua, durante la presencia de fenómenos hidrometereológicos. Las actividades por realizar no tienen relación alguna con los procesos operativos en materia de agua potable, drenaje y alcantarillado y saneamiento.
CAH11	Todos los generadores de residuos urbanos, especiales y peligrosos dentro de la zona urbana deberán participar en la estrategia de manejo, acopio y destino implementada por las autoridades competentes.	Con la finalidad de efectuar un manejo adecuado de los residuos, se elabora el programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) y peligrosos (RP). Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos se depositarán en contenedores con tapa y estarán identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del Río o de cualquier otro cuerpo de agua. Los residuos generados durante el periodo de tiempo en que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final a través de empresas autorizadas; estas acciones y demás, se encuentran descritas a detalle en el programa de manejo y disposición final de residuos



CAH12	En asentamientos humanos situados en áreas de alta productividad agrícola, se sugiere controlar el crecimiento, limitando su expansión y restringiendo el desarrollo urbano en estas zonas. Es importante evitar incompatibilidades de uso del suelo para preservar la productividad agrícola y promover un desarrollo urbano sostenible que respete los recursos naturales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal por lo que los criterios para recursos agrícolas y pecuarios no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAH13	Se restringe el establecimiento de nuevos asentamientos humanos en las UGA de protección hidrológica previa justificación técnica. En el caso de nueva infraestructura de protección contra inundaciones se considerará la reubicación de la población afectada.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la creación de nuevos centros de población o asentamiento humanos, por lo que los Criterios para asentamientos humanos no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAH14	Los nuevos asentamientos humanos en zonas bajas inundables sólo serán permitidos bajo esquemas de construcción con tecnologías para la protección de las inundaciones, previo estudio técnico.	Las actividad e infraestructura para generar como parte del presente proyecto no están relacionadas con nuevos asentamientos humanos por lo que no le aplica el empleo de esquemas de construcción con tecnologías para la protección de las inundaciones, previo estudio técnico. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CAH15	Los proyectos de urbanización deberán respetar la hidrodinámica natural del territorio considerando los periodos de retorno de al menos 100 años.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia, plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río por lo que dichas actividades no están relacionadas con proyectos de urbanización por lo cual no le aplica el considerar periodos de retorno de al menos 100 años. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CAH16	Quedan prohibidas las quemas de residuos sólidos en las áreas urbanas.	En el sitio se colocarán letreros alusivos a la protección ambiental, en los cuales se indicarán las prácticas prohibidas en el sitio,



		tal como, quemar o depositar residuos sólidos urbanos o peligrosos en o sitios adyacentes a las actividades del proyecto. La promovente implementará las acciones contenidas en un programa de manejo de residuos sólidos urbanos y peligrosos Algunas de las acciones por realizar como parte del programa de manejo de residuos se encuentra la colocación de contenedores adecuados para su depósito de los residuos, su disgregación entre los residuos de acuerdo con su origen y tipo.
CAH17	Se deberán seguir los lineamientos, normas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano con jurisdicción en la UGA.	Las actividades para realizar como parte del presente proyecto no están relacionadas con la generación de asentamientos humanos por lo cual no se contrapone con lo que establece el presente criterio.
CAH18	Se deberá evitar el establecimiento y/o crecimiento de asentamientos humanos irregulares.	La promovente no se relaciona con lo establecido en el presente criterio, ya que plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río por lo que dichas actividades no están relacionadas con el establecimiento de nuevos asentamientos humanos. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
Criterios para las Actividades Agrícolas y Pecuarias		
CAG1	Los canales de riego o drenes que descarguen a los cuerpos de agua deberán contar con trampas para sedimentos para prevenir el azolvamiento.	Las actividades para realizar es la protección marginal en un tramo de la margen derecha del rio la Sierra. Se presenta la perdida de la cubeta hidráulica del río por la sedimentación de material pétreo proveniente del constante colapso de la margen, esta problemática genera un riesgo latente sobre áreas de actividades económicas (agropecuarias) dentro de las cuales la constante es la integridad física de las personas. Y con ello el azolvamiento a lo largo de su cauce
CAG2	El uso del fuego con fines agrícolas se llevará a cabo de acuerdo con la normativa establecida por las	La promovente no se relaciona con lo establecido en el presente criterio, ya que plantea la construcción de una protección

	autoridades correspondientes en Tabasco. Se promoverá activamente la adopción de prácticas agrícolas que minimicen la utilización del fuego, fomentando alternativas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Además, se impulsará la aplicación de la NOM-015 SEMARNAT/AGRICULTURA/2023 para regular el uso del fuego en actividades agrícolas.	marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río. No se empleará el fuego en ninguna de las actividades relacionada con el proyecto, ni con fines agrícolas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CAG3	Las actividades agrícolas y ganaderas en asentamientos humanos rurales deben incorporar medidas para controlar el uso del agua y gestionar adecuadamente los residuos generados.	La promovente no se relaciona con lo establecido en el presente criterio, ya que plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río. En pequeña proporción el rio es empleado para el riego de superficies agrícolas y para el abrevadero de ganado, el río de la Sierra es utilizado para la navegación y se practica la pesca de subsistencia por algunas personas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CAG4	Se deberá emplear el uso de controles biológicos para la regulación de plagas. En el caso de la utilización de cebos, estos se aplicarán de manera controlada y adecuada, a fin de no dañar a otras especies; y de acuerdo con lo que establezca la autoridad correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, para implementar programas de manejo integral de riesgos y desastres naturales como incendios, plagas y tala; sin embargo, el proyecto se plantea como parte de un programa integral que va enfocado a la prevención de inundaciones en varios municipios del estado de Tabasco.
CAG5	Los proyectos agrícolas podrán emplear agroquímicos establecidos en la normatividad vigente, pero deberán dar preferencia al uso y manejo adecuado de insumos orgánicos. Quedando restringidos dentro de las UGA de conservación, áreas naturales protegidas y cuerpos de agua.	No se contempla utilizar agroquímicos o biofertilizantes en ninguna de las etapas del proyecto.



CAG6	El material transgénico para fines agrícolas deberá ser restringido, permitido únicamente mediante un estudio técnico donde se demuestre que el material no afecta los ecosistemas naturales y la salud humana conforme a la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o la introducción de especies exóticas o transgénicas, por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG7	Los productores deberán establecer especies de sombra y/o barreras para protección y manejo de los cultivos perennes, según criterios idóneos que conserven o restauren los ecosistemas naturales existentes y que favorezcan el secuestro de carbono.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no se relaciona con la producción de especies de sombra y/o barreras para protección y manejo de los cultivos, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG8	Para la autorización de nuevas áreas agrícolas de plantaciones oleaginosas, se deberá contar con un estudio donde se detallen los impactos a la biodiversidad y al medio ambiente que puedan generarse durante todos los procesos productivos. Estableciendo un plan de conservación para proteger y mejorar la biodiversidad. Respetando la normatividad vigente	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o autorización de nuevas áreas agrícolas de plantaciones oleaginosas por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG9	Se restringirá la expansión agrícola en áreas forestales, evitando el desmonte, la afectación de la vegetación natural y la afectación a los recursos naturales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no se relaciona con la expansión agrícola, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.



CAG10	Se deberá realizar las acciones necesarias para revertir la compactación y erosión del suelo debida al pastoreo.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no se relaciona con acciones necesarias para revertir la compactación debido al pastoreo, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG11	En las UGA con actividad agropecuaria deberá de incrementarse al menos en un 10% la cobertura forestal, no incluyéndose los cercos vivos existentes, además deberán realizarse la conservación de acahuales y vegetación primaria, respetar 10 metros a partir del Nivel de Agua Máximo Ordinario (NAMO) de cuerpos de agua, para asegurar la conservación de las especies y mantener corredores de fauna	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, incrementar la cobertura vegetal dentro de la UGA de aprovechamiento sustentable; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CAG12	Implementar prácticas silvopastoriles para la ganadería extensiva, considerando especies y tecnologías adecuadas para cada unidad de producción.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades de implementar practicas silvopastoriles , ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CAG13	Las actividades pecuarias en zonas inundables o vulnerables a inundación, cercanas a ríos y/o lagunas no deberán modificar o interrumpir los flujos naturales de agua.	La construcción de la protección marginal tiene el objetivo principal el preservar y fijar la margen del río La Sierra y evitar que esta se siga erosionando por el choque del agua. A medida que aumenta el azolvamiento del río (en el tramo donde se pretende construir la infraestructura hidráulica) este comienza a perder la capacidad de conducción de los volúmenes de agua por lo cual en temporadas de lluvias cuando dichos volúmenes de agua llegan al sitio donde el río presenta un considerable azolvamiento, este se puede desbordar ocasionando



		afectaciones sobre infraestructura, áreas con actividades agrícolas o pecuarias y/o afectar casas habitación.
CAG14	Las áreas pecuarias deberán asociarse con un uso forestal y/o silvopastoril diversificado con especies nativas, forrajeras, medicinales, energéticas y/o frutales.	No aplica, en virtud que el proyecto no se relaciona con la implementación de prácticas silvopastoriles; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
CAG15	Se deberán implementar actividades de composta y/o biogás para el tratamiento de las aguas residuales y residuos de la actividad.	No aplica, en virtud que el proyecto no se relaciona con la implementación de actividades de composta y/o biogás; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
CAG16	Se deberá evitar el uso de aguas residuales urbanas para riego agrícola, favorecer su uso para riego de áreas verdes urbanas, parque y Jardines, siempre que sean tratadas y cumplan con los parámetros establecidos en la legislación.	No aplica, en virtud que el proyecto no se relaciona con la implementación del uso de aguas residuales urbanas para riego agrícolas; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
CAG17	Las actividades pecuarias bajo métodos de producción intensiva y estabuladas deberán contar con un programa de manejo de residuos aprobado por las autoridades competentes.	Se considera enviar a disposición final con empresas autorizadas, todos los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto (agua sanitaria, sólidos Urbanos y de manejo Especial)
CAG18	Las actividades pecuarias que se quieran establecer en el territorio deberán considerar una franja de 50 metros a partir de la zona federal a ambos lados de cauces de ríos, arroyos, lagunas y escorrentías, exceptuando la actividad apícola.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no se relaciona con actividades pecuarias, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG19	Cuando se incorporen residuos orgánicos al terreno de cultivo con el fin de enriquecer el suelo o favorecer el crecimiento de los cultivos, es fundamental asegurar que estos residuos no representen ningún riesgo de contaminación para el suelo ni para los productos agrícolas. Se deben seguir prácticas adecuadas de manejo de residuos orgánicos, garantizando	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal. Para las actividades de reforestación se promoverá el uso de abonos verdes



	su compostaje o tratamiento adecuado para eliminar posibles agentes patógenos y contaminantes químicos.	
CAG20	Las actividades agrícolas podrán llevarse a cabo en tanto no ocasionen alteraciones significativas en los ecosistemas, y deberán estar sujetas a rigurosas medidas de control ambiental	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal por lo que los criterios para recursos agrícolas y pecuarios no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CAG21	Las áreas agrícolas dentro de la Unidad de Gestión Ambiental no deben ser objeto de procesos de urbanización.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal por lo que los criterios para recursos agrícolas y pecuarios no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
Criterios Ecológicos para la Extracción de Materiales Pétreos		
CEM1	Las solicitudes para la extracción de material deberán contar con un estudio de impacto, un programa de manejo y disposición final de residuos sólidos y peligrosos, de tratamiento de aguas residuales, así como un programa de compensación ambiental y restauración.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM2	El área ocupada por ductos de agua, gas, petróleo y sus derivados y/ o líneas de transmisión o de comunicación, así como sus respectivos derechos de vía no podrán	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha



	incorporarse como zonas de explotación.	del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM3	Evitar la modificación de los bordos de los cuerpos de agua por la extracción de material pétreo.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra., sin embargo, es de hacer notar que actualmente el río la Sierra presenta problemas de socavación en su margen derecha, razón por la cual se propone el proyecto de protección de la margen derecha del rio.
CEM4	Solicitar un programa de reforestación con especies nativas a los proyectos de extracción de material pétreo, en una superficie igual o mayor a la explotada en el proyecto.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. no es motivo del presente estudio, ejecutar proyectos que contemplen el uso y manejo sustentable de especies nativas; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CEM5	Restringir la extracción de material pétreo en áreas con presencia de vegetación primaria y/o secundaria que tengan especies de flora y fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se implementará un programa de capacitación y vigilancia mediante el cual se informe de las consecuencias de no respetar los lineamientos ambientales tales como lo es la NOM-059-SEMARNAT-2010
CEM6	Los predios sujetos a extracción de materiales deben ser sometidos al procedimiento de evaluación del impacto y riesgo ambiental, cumpliendo con las medidas de mitigación, compensación y restauración de las áreas	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura

	correspondientes. Así mismo deberán respetar la superficie establecida en las opiniones técnicas y autorizaciones emitidas.	que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM7	Los sitios para el depósito del material pétreo extraído no deberán afectar la vegetación arbórea existente ni afectar los escurrimientos naturales del área.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM8	La extracción de material pétreo no deberá modificar la hidrodinámica de la zona.	Debido a la problemática del constante colapso de la margen, el rio presenta perdida de cubeta hidráulica, la cual modifica la hidrodinámica de la zona.
CEM9	Los bancos de explotación de materiales pétreos deberán mantener una franja de vegetación de al menos 20 m de ancho mínimo alrededor de la zona de explotación.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se relaciona con los bancos de materiales, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.



CEM10	Previo a cualquier actividad de desmonte por instalación de bancos de explotación de materiales pétreos, se deberán aplicar programas de reubicación o trasplanté de aquellos organismos susceptibles.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se relaciona con los bancos de materiales, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM11	Se deberán implementar medidas que disminuyan la emisión de partículas sólidas a la atmósfera derivada de las actividades de trituración, manejo y transporte de los bancos de material.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la infraestructura de protección será necesario el uso de equipo manual y maquinaria, así como unidades de carga (volteos) y los cuales generarán la emisión de polvos y gases de combustión. Es de hacer notar que el proyecto se ubica en una zona donde el efecto del viento es dinámico tal como se describió en el capítulo IV, lo que permitirá la rápida y fácil dispersión de partículas o polvos, sin afectar a los centros de población más cercanos y que se ubican al Este y sur de las instalaciones. De igual manera se considera que la generación de emisiones será solo durante las horas laborales, y se apegará a las normas aplicables en materia de emisión de gases de combustión. Para evitar y prevenir este tipo de afectaciones además se proponen en el Cap. VI acciones de mitigación
CEM12	La explotación y aprovechamiento de los bancos de materiales pétreos deberán efectuarse fuera de los centros urbanos.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura



		que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se relaciona con los bancos de materiales, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM13	Para preservar la integridad de las áreas naturales protegidas, zonas de conservación prioritarias y sitios de valor arqueológico, paleontológico, artístico e histórico, se establece que los bancos de materiales deben situarse a una distancia mínima de 500 metros de estas áreas sensibles.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se relaciona áreas naturales protegidas, zonas de conservación prioritarias y sitios de valor arqueológicos, paleontológico, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM14	Si el banco de materiales está ubicado dentro de un área natural protegida (ANP), su operación debe cumplir estrictamente con las disposiciones legales pertinentes, así como con las directrices establecidas en el programa de manejo de la ANP correspondiente, siempre y cuando dicho programa permita expresamente actividades extractivas en su interior. En caso de que el programa de manejo no permita tal actividad, se deberán buscar alternativas fuera de la ANP para la explotación de materiales pétreos, garantizando así la protección y conservación de los ecosistemas y recursos naturales presentes en el área protegida.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se relaciona áreas naturales protegidas, zonas de conservación prioritarias y sitios de valor arqueológicos, paleontológico, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM15	La alteración o impacto en las condiciones naturales de cuencas hidrológicas, lechos de ríos, arroyos o cuerpos de agua requiere de la	Con la ejecución de las actividades del proyecto, se prevé la generación de aguas residuales de origen sanitario provenientes



	autorización previa de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Esto incluye la descarga de materiales, ya sean sólidos o líquidos, en el suelo, subsuelo o en cualquier curso de agua.	de la presencia de actividad humana en el sitio. Para evitar la contaminación del agua y suelo, por la generación de las aguas residuales generadas, se colocarán letrinas sanitarias portátiles, en las cuales se colectarán las aguas generadas. Esto exclusivamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción Las letrinas se colocarán sobre Liner tipo cenicero con el objeto de minimizar los riesgos de filtración de las aguas hacia el subsuelo suelo; la disposición final de las aguas residuales generadas, serán efectuadas por medio de una empresa autorizada que preste el servicio de renta de letrinas, la cual, de igual forma brindará el servicio de limpieza periódica a las letrinas. La evidencia del buen manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales se realizará mediante la presentación de fotos del uso adecuado de las letrinas sanitarias y de contrato de prestación de servicios con empresa autorizada, dentro del informe de cumplimiento del proyecto.
CEM16	La operación del banco de materiales estará sujeta a las disposiciones establecidas en la normativa técnica estatal específica que regule la extracción de materiales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.



CEM17	El material pétreo que no reúna las características de calidad para su comercialización deberá utilizarse en actividades de restauración.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal en la margen Derecha del rio la Sierra. Sin embargo, uno de sus objetivos, es la de instalar una infraestructura que coadyuve a disminuir la erosión que presenta el río, en un tramo de la margen Derecha del rio la Sierra, para esta actividad no se realizaran actividades de extracción de materiales en el cuerpo de agua por lo que los para extracción de materiales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CEM18	Las actividades de extracción se deberán realizar considerando los equipos anticontaminantes adecuados y las medidas de mitigación necesarias para evitar la generación de excesiva de polvos, humo y ruido.	Para el desarrollo de las actividades del proyecto, se utilizarán vehículos y maquinaria, que funcionan a base de gasolina y diésel, lo cual, debido a la combustión interna de los motores, generarán gases contaminantes y partículas suspendidas. Por tal motivo se aplicará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, el cual contiene acciones a realizar y aplicar para con ello, mantener las emisiones y la generación de ruido y emisiones a las atmosferas, dentro de los niveles máximos permitidos por estas normas. El mantenimiento de la maquinaria y equipo se realizará de acuerdo con un cronograma de mantenimiento, las actividades de mantenimiento se realizarán en talleres fuera del sitio de las actividades. Para minimizar las emisiones de ruido se colocarán aditamentos a los escapes de la maquinaria y equipo con lo cual se reducirá la generación de ruido. Debido a lo anterior todos los vehículos y maquinaria utilizados durante las obras del



		proyecto cumplirán con lo establecido en las presentes normas, por tal motivo se llevarán a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos periódicos requeridos de acuerdo con el tipo de vehículo, siendo responsabilidad de la empresa contratistas el mantenimiento y verificación de sus equipos y vehículos, lo cual será supervisado por la promovente.
Criterios Ecológicos Para Actividades Forestales y Forestales No Maderables		
CFM1	Las plantaciones forestales se establecerán en predios de agricultura, pastizales inducidos o áreas erosionadas que no tengan vegetación arbórea.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para recursos forestales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CFM2	Los criterios, especificaciones técnicas y períodos de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables se determinarán de acuerdo con los ciclos de recuperación y regeneración de la especie sujeta a aprovechamiento.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra y no presenta relación con proyectos forestales por lo que no realizará el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CFM3	Los terrenos forestales (vegetación natural) que excepcionalmente tengan cambios de uso de suelo para creación de proyectos de desarrollo, deberán estar sujetos a medidas de compensación ecológica. Se deberá mantener al menos la mitad de la superficie de vegetación del predio.	No se realizarán actividades de cambio de usos de suelos. Por lo que no se tiene contemplado realizar actividades de restauración de ecosistemas forestales.
CFM4	Promover el establecimiento de nuevos reservorios de CO2 por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera), preferentemente con especies nativas, y fortalecer los programas económicos de metas voluntarias y comercio de emisiones.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra, de acuerdo con los instrumentos de política ambiental, el sitio donde se pretenden realizar las actividades constructivas de la protección marginal, no se ubica en terrenos forestales por lo que no



		le aplica el promover el establecimiento de nuevos reservorios de CO2 por forestación para incrementar la biomasa. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en el presente.
CFM5	Las plantaciones forestales se promoverán como nodos para la conexión de corredores biológicos.	El sitio donde se pretende realizar las actividades constructivas de la protección marginal, no se ubica en terrenos forestales de acuerdo con lo que indican los instrumentos en política forestal, por lo cual las actividades a realizar no se contraponen con el presente criterio.
CFM6	Se establece la prohibición del pastoreo en áreas donde se esté llevando a cabo la regeneración o restauración ecológica luego de actividades de corte forestal.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para recursos forestales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CFM7	Las unidades de producción forestal maderable deberán contar con un programa de manejo forestal autorizado.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para recursos forestales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CFM8	Las plantaciones deberán mantener una franja de amortiguamiento hacia los ecosistemas naturales, manteniendo la integridad de los ecosistemas acuáticos y/o terrestres.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CFM9	La autorización necesaria para el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, se requerirá	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río

	un permiso de aprovechamiento expedido por las autoridades competentes. Además, los solicitantes deberán completar un curso de capacitación en el aprovechamiento sustentable de los recursos no maderables, conforme a la normativa vigente.	La Sierra y no presenta relación con proyectos forestales por lo que no realizará el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CFM10	El aprovechamiento de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, etc.) deberá ser restringido al uso doméstico. Cualquier proyecto de explotación intensivo con fines de comercialización se deberá desarrollar bajo el esquema de UMAS.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para recursos forestales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CFM11	Para salvaguardar los ecosistemas y los cauces de agua, así como promover la regeneración de los recursos naturales y las especies forestales no maderables en el Estado, se requerirá una autorización previa de la Autoridad Competente para cualquier actividad de aprovechamiento forestal no maderable.	No aplica, en virtud que el proyecto no se relaciona con la regeneración de los recursos naturales y las especies forestales no maderables ; Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente.
CFM12	El aprovechamiento de recursos naturales no maderables podrá desarrollarse siempre y cuando no genere modificaciones a la estructura y funciones de los ecosistemas, mediante un programa de manejo específico, contando con la autorización de la instancia competente.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra y no presenta relación con proyectos forestales con el objetivo de aprovechamiento, por lo que no le aplica la supervisión técnicamente por las autoridades correspondientes. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
Criterios de Regulación Ecológica para Actividades Industriales		
CI1	Se promoverá sistemas integrales de manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial que contemplen la separación, reducción, reúso y reciclaje.	Como parte de las medidas por aplicar, desde el inicio de las actividades se ejecutará un programa de manejo y disposición final de residuos. Entre las acciones que se aplicaran como parte del programa, se encuentra la

		colocación de contenedores adecuados para el depósito de los residuos que se generen en el sitio, dichos contenedores se ubicaran alejados de cualquier cuerpo de agua, por lo menos 10 metros, estarán debidamente etiquetados de acuerdo con los residuos que se depositara en ellos y se ubicaran sobre Liner para minimizar los riesgos de contaminación del suelo por lixiviación de residuos. La evidencia del buen manejo y la disposición final adecuada que se realizara con los residuos que se generen se presentar mediante fotos en los informes de cumplimiento de acuerdo con la periodicidad de la autoridad así establezca. El programa de manejo y disposición de residuos contiene las medidas antes mencionadas, así como la calendarización y de más detalles, otras medidas relacionadas a los residuos se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente MIA.
CI2	Se promoverá que las fuentes emisoras y/o generadoras de contaminantes instalen el equipo necesario para el control de sus emisiones a la atmósfera, de forma que no rebasen los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.	El proyecto da cumplimiento al presente artículo Aun cuando no está dentro de las facultades que posee la promovente, el promover políticas públicas relacionadas a la protección del medio ambiente a través de la mitigación de emisiones, dentro de las acciones del proyecto, se realizarán acciones de mitigación de la emisión de contaminantes a la atmosfera durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades de construcción de la protección de la margen derecha del rio la Sierra. Entre las acciones que se realizarán para minimizar y mitigar las emisiones a la atmosfera, se encuentra la aplicación de un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, el establecimiento de jornadas de trabajo máximas de 8 horas entre otras. El programa de mantenimiento de maquinaria equipo contiene acciones a



		realizarle a la maquinaria y equipo para que mantener las emisiones generadas por dichas dentro de los límites establecidos por la normatividad aplicable. Con la aplicación de las acciones contenidas en el programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se contribuirá a mitigar y compensar las emisiones generadas a la atmósfera y con ello se hará frente al cambio climático. El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se presentan de forma anexa a la presente MIA-P.
CI3	Las industrias deberán reducir y controlar las emisiones de contaminación a la atmósfera provenientes de fuentes fijas o móviles de acuerdo con la normatividad vigentes.	Con la aplicación de las acciones contenidas en el programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se contribuirá a mitigar y compensar las emisiones generadas a la atmósfera y con ello se hará frente al cambio climático. El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se presentan de forma anexa a la presente MIA-P.
CI4	Se debe contar con un Plan de Respuesta a Emergencias Ambientales en donde se determine las acciones a tomar en caso de derrames, incendios o cualquier riesgo físico, químico o biológico potencial en el territorio.	Como parte de las medidas de mitigación propuestas dentro del capítulo VI de la presente manifestación, se propone un programa de respuesta a derrame, el cual contiene las acciones a realizar en caso de presentarse un derrame de sustancia contaminante o hidrocarburo. Dicho programa se presenta de forma anexa a la presente manifestación de impacto ambiental.
CI5	Se recomienda que las industrias implementen la utilización de fuentes renovables de energía en los procesos productivos y para sus instalaciones para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal sobre la margen Derecha del rio la Sierra, por lo que la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.



CI6	Se promoverá la autorregulación mediante sistemas de gestión ambiental o de instrumentos como la auditoría ambiental del cumplimiento ambiental de los establecimientos industriales.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para actividades industriales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CI7	La instalación de líneas de energía eléctrica (postes, torres, estructuras. equipamiento y antenas), deberá contar con la evaluación de impacto ambiental y la autorización de la autoridad competente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refiere a la instalación de líneas de energía eléctrica, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CI8	El establecimiento de nueva infraestructura de servicios como centros comerciales y plazas, parques industriales, fraccionamientos, etcétera, deberán implementar sistemas hidráulicos suficientes y de calidad que garanticen el flujo óptimo de los escurrimientos de la zona.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refiere al establecimiento de nueva infraestructura de servicios como centros comerciales y plaza, parques industriales, fraccionamiento, etc., sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CI9	Implementar un sistema de recolección, acopio, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados por la industria, de acuerdo con la legislación ambiental vigente.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo VI del presente estudio, se aplicarán acciones descritas dentro de un programa de manejo y disposición final de los residuos que se generen durante las actividades a realizar. El programa de manejo y disposición final se aplicará desde el inicio de las actividades y contiene entre las acciones a realizar, la colocación de contenedores adecuados para el depósito de los RSU, la segregación de dichos residuos de acuerdo con su origen y la separación de los residuos inorgánicos de acuerdo con su tipo. Los residuos serán manejados por una cuadrilla de trabajadores y dirigido por un



		especialista ambiental para garantizar su buen manejo. Los residuos serán dispuestos de manera adecuada, en sitios autorizados.
CI10	Todo proyecto industrial que tenga como parte de sus procesos la generación de residuos de manejo especial y peligrosos, deberán garantizar su recolección, acopio, valorización, tratamiento y disposición final adecuada, de acuerdo con la legislación ambiental correspondiente.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo VI del presente estudio, se aplicarán acciones descritas dentro de un programa de manejo y disposición final de los residuos: sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen durante las actividades a realizar. El programa de manejo y disposición final se aplicará desde el inicio de las actividades y contiene entre las acciones a realizar, la colocación de contenedores adecuados para el depósito de los residuos, la segregación de dichos residuos de acuerdo con su origen y la separación de los residuos inorgánicos de acuerdo con su tipo. Los residuos serán manejados por una cuadrilla de trabajadores y dirigido por un especialista ambiental para garantizar su buen manejo. Los residuos serán dispuestos de manera adecuada, en sitios autorizados.
CI11	Las emisiones a la atmósfera provenientes de las fuentes fijas de la actividad productiva deberán cumplir con lo establecido en la normatividad ambiental y al Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático	El programa de mantenimiento de maquinaria equipo contiene acciones a realizarle a la maquinaria y equipo para que mantener las emisiones generadas por dichas dentro de los límites establecidos por la normatividad aplicable. Con la aplicación de las acciones contenidas en el programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se contribuirá a mitigar y compensar las emisiones generadas a la atmósfera y con ello se hará frente al cambio climático.



		El programa de mantenimiento de maquinaria y equipo se presentan de forma anexa a la presente MIA-P.
CI12	Las industrias deben manejar las aguas residuales de las instalaciones de tal manera que no tenga un impacto negativo en la calidad del agua.	El proyecto no contempla en el sitio la instalación u operación de plantas de tratamiento para sus descargas.
CI13	El nuevo desarrollo industrial deberá concentrarse y establecerse en parques industriales de acuerdo con la zonificación que indique el Programa de Desarrollo Urbano vigente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para actividades industriales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CI14	En áreas de zonas o parques industriales no se permitirá el uso habitacional, excepto las viviendas destinadas a veladoras o cuidadores.	En el área del proyecto actualmente no existen instalaciones industriales o asentamientos humanos
CI15	En caso de abandono del sitio, se retirará toda infraestructura asociada y se instrumentará un programa de reforestación con especies nativas.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente da cumplimiento al presente criterio, estableciendo una serie de medidas de prevención y mitigación de los efectos que puedan ocasionarse por las actividades del proyecto, las cuales se describen dentro del capítulo VI del presente estudio.
CI16	Las actividades industriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia que subministren al menos el 15% del agua requerida. Así como un Programa de Manejo Integral del Agua validado por la autoridad competente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, por lo que los Criterios para actividades industriales no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CI17	El sector industrial deberá ajustar sus prácticas operativas de acuerdo con los compromisos establecidos en la Contribución Determinada a Nivel	Todas la unidades y equipos deberán contar con su programa y ejecución de mantenimiento preventivo con el fin de estar en óptimas condiciones de operación y



	Nacional de México para la reducción de gases de efecto invernadero. Esto implica la implementación de medidas tecnológicas innovadoras, la optimización de procesos industriales, la transición hacia fuentes de energía más limpias como el gas natural, así como la promoción del reúso y reciclaje de materiales. Se establece como meta una reducción del 20% en las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2024, y del 40% para el año 2040, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos de mitigación del cambio climático.	disminuir al mínimo la generación de emisiones a la atmosfera.
CI18	En las áreas verdes o asociadas con los proyectos industriales que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. no es motivo del presente estudio, ejecutar proyectos que contemplen el uso y manejo sustentable de especies nativas; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CI19	La infraestructura industrial que represente riesgo de derrames deberá estar equipada con diques de contención adecuados según el tipo y volumen de almacenamiento y conducción.	Como parte de las medidas de mitigación propuestas dentro del capítulo VI de la presente manifestación, se propone un programa de respuesta a derrame, el cual contiene las acciones a realizar en caso de presentarse un derrame de sustancia contaminante o hidrocarburo. Dicho programa se presenta de forma anexa a la presente manifestación de impacto ambiental.
Criterios de Regulación Ecológica para Actividades Turísticas		
CT1	El establecimiento de infraestructura turística en cuerpos de agua quedará sujeto a lo establecido en la normatividad federal y estatal vigente.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con actividades de tipo turísticas toda vez que el objeto de construir la protección es detener la erosión que sufre la margen del río a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección donde se pretende construir. Sin



		embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CT2	En las unidades aptas para el desarrollo ecoturístico, deberán llevarse a cabo estudios específicos que establezcan las actividades y capacidad de carga, así como las compensaciones ambientales correspondientes.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con actividades de tipo ecoturísticas toda vez que el objeto de construir la protección es detener la erosión que sufre dicha margen del río a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección donde se pretende construir. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CT3	La actividad de recorridos en lanchas en los humedales, ríos, lagunas se regulará con un estudio técnico que evalúe la capacidad de los cuerpos de agua sin afectar la integridad del ecosistema y el valor paisajístico de la zona. Dando preferencia a lanchas de remo y/o motor de bajo impacto.	Durante la construcción de la protección sobre la margen del rio La Sierra, los cuales cumplirán con la función de desviar las líneas de flujo al centro del rio, evitando así el contacto directo de estas con la margen y la erosión derivada de este proceso. Por lo tanto, en todo se evitará afectar la integridad del ecosistema y el valor paisajístico del río La Sierra y la zona; cabe señalar que las actividades a realizar se llevarán a cabo desde la margen derecha del río y desde el propio cauce por lo que la promovente cumplirá con lo establecido en la presente estrategia.
CT4	Los proyectos turísticos, deberán contar con un programa de recolección y reciclaje de residuos sólidos.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia ya que aun cuando las actividades del presente proyecto no se relacionan con proyectos turísticos, como parte de las medidas de mitigación se implementará una serie de acciones contenidas en un Programa de manejo y disposición final de residuos, con el cual se pretende manejar y disponer de forma final y adecuada los residuos que se generen durante las actividades del proyecto, dicho programa se presenta de forma anexa en la presente manifestación de impacto ambiental.
CT5	Los proyectos turísticos, deberán contar con un programa para el tratamiento de aguas residuales y la	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia ya que aun cuando las actividades del presente



	separación de aguas pluviales y sanitarias para dar cumplimiento a la normatividad vigente.	proyecto no se relacionan con proyectos turísticos ya que durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades relacionadas a la construcción de la protección marginal, se colocarán en el sitio de las actividades letrinas sanitarias portátiles en las cuales se colectarán las aguas residuales que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción. La disposición final de las aguas residuales generadas, la realizará un tercero que proporcione el servicio de renta de letrinas sanitarias. Los detalles de esta medida se encuentran descritas a detalle en el capítulo VI de la presente manifestación de impacto ambiental.
CT6	Los proyectos turísticos o ecoturísticos deben contar con sistemas de gestión ambiental para manejar adecuadamente sus residuos, evitar contaminación al aire, agua y suelo, evitar impactos permanentes a ecosistemas aledaños durante su desarrollo y operación.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia, ya que plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no se relaciona con actividades ecoturísticas, no obstante como parte de las medidas de mitigación se implementará una serie de acciones contenidas en un Programa de manejo y disposición final de residuos, mediante el cual se manejarán y dispondrán de forma final y adecuada los residuos que se generen durante las actividades del proyecto, dicho programa se presenta de forma anexa en la presente manifestación de impacto ambiental.
CT7	En la zona de influencia de los proyectos turísticos queda prohibida la extracción de especies de flora y fauna, salvo lo establecido en la LGEEPA y la Ley de Protección Ambiental del estado.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no se relaciona con actividades ecoturísticas y no realizará la extracción de especies de flora y fauna. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.



CT8	Las actividades turísticas que se desarrollen en áreas de anidación y reproducción de fauna silvestre con estatus o no de protección señalada en las normatividades federales, estatales y municipales aplicables, requerirán de un programa cuyo objetivo sea el de preservar los sitios de anidación y reproducción.	En el sitio del proyecto y zonas adyacentes, durante los recorridos de campo, no se encontraron sitios de anidación o de establecimiento de fauna silvestre. Sumado a esto, de las especies identificadas ninguna de ellas se encuentra en algún estatus de riesgo definido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CT10	Todo lo relacionado a senderos, sitios de observación de fauna y flora la infraestructura deberá ser acorde con los elementos que integren el paisaje.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con actividades turísticas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CT11	El uso del fuego en las actividades turísticas estará restringido a las áreas especialmente destinadas para ello y con todas las medidas de seguridad indicadas por la Coordinación de Protección Civil municipal.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con actividades turísticas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CT12	En el desarrollo de hoteles, cabañas o cualquier otra construcción para actividades turísticas deberán establecerse fuera de los fragmentos de vegetación natural.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con el desarrollo de construcciones turísticas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
CT13	Los proyectos turísticos deben someterse a evaluaciones de impacto ambiental por parte de las autoridades competentes.	La promovente da cumplimiento a lo establecido en la presente estrategia, ya que plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no se relaciona con actividades ecoturísticas, no obstante como parte de las medidas de mitigación se implementará una serie de acciones contenidas en un Programa de manejo y disposición final de residuos, mediante el cual se manejarán y dispondrán de forma final y adecuada los residuos que se generen durante las actividades del proyecto, dicho programa se



		presenta de forma anexa en la presente manifestación de impacto ambiental.
CT14	Incluir la participación de las comunidades locales en la planificación, gestión y beneficios del turismo, asegurando que las actividades turísticas contribuyan al desarrollo socioeconómico sostenible de las poblaciones locales y al fortalecimiento de su identidad cultural.	La promovente plantea la construcción de una protección marginal con el objeto de detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra por lo que no está relacionado con actividades turísticas. Sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en la presente.
Criterios Ecológicos para Actividades de Pesca y Acuacultura		
CAP1	En el caso de la introducción de especies exóticas para su cultivo, se deberá llevar a cabo la instalación de infraestructura que impida su liberación o fuga al medio natural.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o la introducción de especies exóticas o transgénicas, por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CPA2	La actividad pesquera y vedas quedarán sujetas a la legislación y autoridad correspondiente.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, dichas actividades no están relacionadas con actividad pesquera por lo que no le aplica el presente criterio. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CAP3	Queda restringido por la autoridad ambiental correspondiente, el establecimiento de la acuacultura semi-intensiva de especies nativas en las zonas de conservación, y condicionada de forma semi-intensiva e intensiva en zonas de restauración.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o la introducción de especies exóticas o transgénicas, por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.



CAP4	Los proyectos acuícolas deberán privilegiar el uso de especies nativas sobre las exóticas, estas últimas quedarán restringidas por la autoridad correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o la introducción de especies exóticas o transgénicas, por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CPA5	El área ocupada por cultivos de acuacultura en encierros y jaulas en cuerpos de agua quedará sujeta a evaluación de la autoridad competente; así mismo, el producto de desazolve de los cuerpos de agua con encierros deberá sujetarse a lo establecido por la normatividad vigente.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal la cual tiene como objeto el detener la erosión que sufre la margen del río La Sierra y con ello proteger la infraestructura y asentamientos humanos por lo cual no presenta relación alguna con proyectos o actividades acuícolas. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que se establece en el presente.
CPA6	La explotación de los recursos pesqueros será autorizada por la autoridad competente, basados en un estudio de capacidad de carga del cuerpo de agua para garantizar la sustentabilidad de los recursos pesqueros.	Las actividades para realizar consisten en la construcción de una protección marginal, por lo que las actividades a realizar no presentan relación con actividades de tipo pesqueras por lo cual no le aplica el solicitar la autorización para la explotación de recursos pesqueros. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CPA7	No se permite la creación de estanques de concreto y/o similares en lagunas y cuerpos de agua naturales.	Las actividades del proyecto consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, por lo cual dichas actividades no están relacionadas con la acuacultura o pesca, por lo cual no se contraponen con lo que establece el presente criterio.
CAP8	Se restringirá el cambio de uso forestal para la creación de proyectos de acuacultura e industria pesquera e infraestructura asociada; y cuando por	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la



	excepción se otorgue sólo se permitirá modificar el 20% de la vegetación del predio, demostrando que no se interrumpe la conectividad de las especies de flora y fauna y el ecosistema. Conforme a la normatividad que corresponda	protección marginal, y no pretende la construcción de proyectos acuícolas o la introducción de especies exóticas o transgénicas, por lo que los Criterios para pesquerías y acuacultura no son aplicables o motivo del presente estudio, sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece las presentes estrategias para esa actividad.
CPA9	La actividad pesquera estará sujeta a una autorización otorgada preferentemente a cooperativas pesqueras, con el objetivo de promover una gestión pesquera más equitativa y sostenible.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, dichas actividades no están relacionadas con actividad pesquera por lo que no le aplica el presente criterio. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CPA10	Se permitirá exclusivamente la pesca de tipo artesanal, garantizando así la conservación de los recursos pesqueros y la biodiversidad marina. La pesca deportiva será evaluada en términos de impacto ambiental y se regirá por lo dispuesto en la normativa correspondiente, en particular la NOM-017-PESC1994.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, dichas actividades no están relacionadas con actividad pesquera por lo que no le aplica con la pesca artesanal, garantizando así la conservación de los recursos pesqueros. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CPA11	Se restringe el uso de explosivos, sustancias químicas y artes de pesca que puedan ocasionar daños permanentes a las comunidades acuáticas.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, dichas actividades no están relacionadas con actividad pesquera por lo que no le aplica el presente criterio. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
Criterios de Regulación Ecológicas para Cuerpos de Agua		
CA1	Quedan prohibidas las obras que interrumpan y desvíen los cauces de los ríos, a excepción de aquéllas cuyos propósitos sean disminuir el riesgo de inundación para la población y consideren una compensación ambiental en caso de dañar ecosistemas prioritarios.	La protección marginal por construir protegerá la margen del río La Sierra a la altura de la Ranchería Torno Largo Primera Sección, la cual tiene como objeto el detener la erosión que sufre la margen del río y con ello proteger la infraestructura y asentamientos humanos adyacentes, como una medida de mitigación ante el peligro a inundaciones que presenta la zona por lo



		que, en donde se pretende colocar la obra no se interrumpirá y/o desviarán el cauce del río, por lo cual no se contrapone con lo que estable el presente criterio.
CA2	Las obras que requieran realizar rellenos y/o nivelaciones de terreno, deberán justificar técnicamente, que no afectará los asentamientos humanos y los escurrimientos superficiales ante la autoridad correspondiente.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción la protección marginal, y no pretende la extracción de arena en dunas costeras, aprovechamiento de agua de jurisdicción federal, rellenos o desvió del cauce o construcción de canales o bordos.
CA3	Los dragados, la apertura de canales, bordos y/o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral y/o cuerpos de agua, estarán sujetos a la aprobación de acuerdo con la legislación aplicable.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal y no se realizarán actividades de dragado, apertura de canales, bordos y/o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral y/o cuerpos de agua. Así mismo, el proyecto no limita ni se contrapone con el presente criterio.
CA4	El tráfico de transporte acuático de motor en cuerpos de agua estará sujeto a lo que determine la autoridad correspondiente.	En base a que las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal y considerando que el material y las actividades a realizar ocuparán parte del cauce del rio La Sierra, la promovente se acatará a lo que determine la autoridad correspondiente respecto al posible uso de embarcaciones fluviales.
Criterios para Construcción y Servicios Públicos		
CCS1	La superficie que se permitirá desmontar es el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante del proyecto, incluyendo la totalidad de las consideradas, las vialidades e infraestructura, el equipamiento y las áreas verdes.	Las actividades por realizar consisten en la construcción de una protección marginal sobre la margen del rio La Sierra, no le aplica el presente criterio. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.
CCS2	En los desarrollos urbanos, turísticos, carreteras o líneas eléctricas, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización de impacto ambiental.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, el desarrollo de carreteras;



		sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCS3	Para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuando se pretenda la remoción total o parcial de la vegetación natural o secundaria para destinarlos a actividades no forestales acorde a lo que marca el Inventario Nacional Forestal se deberá obtener el permiso de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	En el área del proyecto no existe vegetación forestal
CCS4	Todos los promoventes de proyectos deberán cumplir con estudios ecológicos adecuados, que a juicio de las autoridades evaluadoras se necesiten para identificar y valorar los impactos que podría generar el o los proyectos sobre los recursos naturales y las poblaciones de flora y fauna. Estos estudios deberán ser antes, durante y al finalizar la ejecución de los proyectos. Los términos de referencia para los estudios ecológicos serán especificados por la autoridad ambiental competente.	Las estrategias ecológicas permiten el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA, atendiendo los conflictos ambientales identificados. Las estrategias integran los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigida a logro de los lineamientos ecológicos, para evitar, posibles conflictos por la concurrencia de sectores, proponiendo actividades alternativas o cambios en las existentes.
CCS5	No se permitirá la disposición de ningún desecho de construcción o de demolición, excepto como relleno de construcciones. Además, se evitará la contaminación del agua, aire y suelo por las descargas de grasa y aceites o hidrocarburos provenientes de las maquinarias utilizadas en las etapas de construcción.	Las obras que se pretenden no con del sector hidrocarburos, sin embargo, dado que se utilizara maquinaria pesada en el presente proyecto Se considera la elaboración y ejecución de un programa de limpieza y atención a contingencias en caso de derrames de combustibles de alguna de las maquinas en el sitio acorde a la NOM-138-SEMARNAT/SS1-2012, con el fin de dejar el sitio en condiciones de aprovechamiento, para cualquier otra actividad que se pretenda a futuro
CCS6	En la construcción de caminos, líneas eléctricas u otras obras lineales, así como en las existentes se deberá incluir obras y/o mecanismos para garantizar el paso de fauna silvestre a través de estos, puede incluir señalamientos, reductores de	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio como la construcción de caminos, líneas eléctricas u otras obras; sin



	velocidad, túneles, puentes u otras estructuras que cumplan con dicho fin.	embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCS7	En la construcción de todo proyecto y de forma previa al desmonte o nivelación del terreno se deberá realizar un programa de colecta selectiva de flora y de material de propagación dentro del predio.	Realizar recorridos previos al inicio de la actividad de desmonte y despalme para descartar la presencia de fauna con riesgo de afectación.
CCS8	Durante la construcción de todo proyecto la disposición final de residuos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo VI del presente estudio, se aplicarán acciones descritas dentro de un programa de manejo y disposición final de los residuos que se generen durante las actividades a realizar.
CCS10	El derecho de vías de las carreteras, tendidos de energía eléctrica u alguna otra obra lineal solo podrá utilizarse conforme a la normatividad aplicable y en apego a ella, no se permitirá el desarrollo de asentamientos humanos.	Las obras que se pretenden realizar son promovidas por la CONAGUA, la cual es administradora del recurso agua y sus bienes inherentes, y se refieren a la construcción de la protección marginal. la promovente no cuenta con facultades, ni es motivo del presente estudio, el desarrollo de carreteras; sin embargo, las obras a realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece la presente estrategia.
CCS11	En todas las obras de construcción se deberá mantener separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Las actividades por realizar no tienen relación alguna con los procesos operativos en materia de agua potable, drenaje y alcantarillado y saneamiento.
CCS12	La construcción sobre cuerpos de agua, ríos y arroyos no está permitida, salvo en casos excepcionales debidamente justificados y autorizados por las autoridades competentes. Tales excepciones podrían contemplarse únicamente cuando se demuestre que la construcción es de interés público y que no existen alternativas viables fuera de las zonas de cuerpos de agua. Además, deberán implementarse medidas de mitigación y compensación ambiental para minimizar cualquier impacto negativo sobre los ecosistemas acuáticos y sus funciones hidrológicas.	Como parte de las actividades no se realiza la modificación y ocupación de los cauces de arroyos, ríos, lagunas, drenes que implique el deterioro de sus condiciones naturales. Sin embargo, las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece en el presente.



CCS13	Los proyectos que generen aguas residuales (negras, azules, grises, jabonosas) deberán contar con una disposición a través del sistema de drenaje municipal o a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo con la normatividad vigente aplicable.	Con la ejecución de las actividades del proyecto, se prevé la generación de aguas residuales de origen sanitario provenientes de la presencia de actividad humana en el sitio. Para evitar la contaminación del agua y suelo, por la generación de las aguas residuales generadas, se colocarán letrinas sanitarias portátiles, en las cuales se colectarán las aguas generadas. Esto exclusivamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción Las letrinas se colocarán sobre Liner tipo cenicero con el objeto de minimizar los riesgos de filtración de las aguas hacia el subsuelo suelo; la disposición final de las aguas residuales generadas, serán efectuadas por medio de una empresa autorizada que preste el servicio de renta de letrinas, la cual, de igual forma brindará el servicio de limpieza periódica a las letrinas. La evidencia del buen manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales se realizará mediante la presentación de fotos del uso adecuado de las letrinas sanitarias y de contrato de prestación de servicios con empresa autorizada, dentro del informe de cumplimiento del proyecto.
CCS14	Los proyectos que involucren el uso de agroquímicos, únicamente se permitirá aquellos autorizados en la legislación vigente o por las comisiones responsables. La disposición final de sus envases deberá seguir las indicaciones de la ficha técnica del producto y lo que establezca la legislación. Además, deberán incluir un programa de monitoreo de calidad del agua del subsuelo para detectar y prevenir la contaminación del recurso.	No se contempla utilizar agroquímicos o biofertilizantes en ninguna de las etapas del proyecto.
CCS15	No se permitirá el uso del fuego en las actividades de desmonte.	No se contempla el uso de fuego para el desmonte en el área del proyecto o en ninguna de las etapas de este.



CCS16	Durante las diferentes etapas de construcción del proyecto se deberá contar con un programa integral de manejo ambiental de desechos sólidos y líquidos, que incluya medidas preventivas para el manejo de estos.	La promovente realizará el proyecto, aplicando una serie de medidas tendientes a minimizar y compensar los impactos producidos por las obras que se realizaran, con la finalidad de mitigar las posibles afectaciones al medio. Entre las medidas que se aplicarán se encuentra la colocación de contenedores para el depósito de los residuos que se generen durante las actividades, dichos contenedores estarán debidamente etiquetados y colocados sobre Liner impermeables con lo cual se evitará la contaminación de suelo y agua con dichos residuos. Otra medida que se implementará es la colocación de letrinas sanitarias portátiles al igual que los contenedores para los residuos sólidos y peligrosos, las letrinas se ubicarán alejadas de cualquier cuerpo de agua por lo menos 10 metros. Estas y demás medidas de mitigación, se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente MIA-P.
CCS17	La construcción de caminos deberá considerar y permitir la infiltración del agua pluvial al subsuelo, la estabilidad del terreno, así como el drenaje natural	No se contempla la construcción de caminos.
CCS18	En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos la empresa responsable de la construcción deberá garantizar la continuidad del flujo interrumpido.	La construcción de la protección marginal tiene el objetivo principal el preservar y fijar la margen del río La Sierra y evitar que esta se siga erosionando por el choque del agua, por lo que no será causa para originar la desecación del mismo, ni obstrucción de escurrimientos sobre las áreas a ocupar. Las obras por realizar no limitan ni se contraponen con lo que establece el presente.



Leyes estatales.
Ley de Protección Ambiental del estado de Tabasco.

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular todos los tipos de actividades para proteger el ambiente, el cual es considerado un bien jurídico de titularidad colectiva. Esta protección comprende el establecimiento y aplicación de los instrumentos de política ambiental, elementales para prevenir afectaciones a dicho bien jurídico, así como de los necesarios cuando el mismo ha sido dañado.

Disposición	Establece	vinculación del Proyecto
Articulo 11 Fracción V	Corresponde a los municipios el ejercicio de las siguientes atribuciones: Prestar por si o a través de terceros, el servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta ley.	Como parte de las medidas de prevención y mitigación que se proponen en el capítulo VI del presente estudio, se aplicarán acciones descritas dentro de un programa de manejo y disposición final de los residuos que se generen durante las actividades a realizar. El programa de manejo y disposición final se aplicará desde el inicio de las actividades y contiene entre las acciones a realizar, la colocación de contenedores adecuados para el depósito de los RSU, la segregación de dichos residuos de acuerdo con su origen y la separación de los residuos inorgánicos de acuerdo con su tipo. Los residuos serán manejados por una cuadrilla de trabajadores y dirigido por un especialista ambiental para garantizar su buen manejo. Los residuos serán dispuestos de manera adecuada, en sitios autorizados.
Articulo 24 Fracción I, III, IV.	Se entenderá por daño ambiental el que ocurra sobre el bien jurídico denominado ambiente, como consecuencia de: La contaminación.	El presente proyecto no producirá deterioro ambiental, ya que, desde el inicio de las obras y actividades requeridas, se aplicarán una serie de medidas para minimizar los impactos que pudieran ser generados. Respecto a los residuos que sean generados, durante las actividades de



Disposición	Establece	vinculación del Proyecto
	El manejo inadecuado de residuos de manejo especial El manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos.	CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, serán manejados de forma adecuada, de acuerdo con las medidas contenidas en el programa de manejo de residuos que se aplicara desde el inicio de las actividades hasta la conclusión del proyecto. Respecto a las aguas residuales generadas dichas serán colectadas en letrinas sanitarias portátiles y su disposición final las realizara el prestador de servicio. El programa para el buen manejo de residuos se presenta de forma anexa a la presente MIA y la evidencia del buen manejo de las aguas residuales se evidenciará mediante la presentación de fotografías de las letrinas y contrato de servicio y de la disposición final de las aguas residuales en alguna planta de tratamiento de aguas residuales.
Articulo 147	Queda prohibida la quema de residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos a cielo abierto que no se encuentre regulada por alguna disposición legal.	Dentro de las actividades a realizar como parte del proyecto, no realizará quema de ningún tipo de residuos, ya que, desde el inicio de las obras, se aplicarán las acciones contenidas en un programa de manejo de residuos. Los residuos se depositarán en contenedores con tapa e identificados adecuadamente respecto a su origen. Los contenedores para el depósito de los residuos se ubicarán sobre cubiertas impermeables y se mantendrán a una distancia mínima de 10 metros del río o de cualquier otro cuerpo de agua.



Disposición	Establece	vinculación del Proyecto
		Los residuos sólidos urbanos generados durante el periodo de tiempo que se realicen las actividades del proyecto serán enviados a un sitio adecuado para su disposición final.
Articulo 158	Los responsables de la generación de descargas de aguas residuales están obligados a dar tratamiento a sus descargas y mantenerlas por debajo de los niveles máximos permisibles, de conformidad con lo señalado para cada uno de los contaminantes por las normas oficiales mexicanas, las normas ambientales estatales y demás disposiciones legales aplicables.	No se realizará descarga de aguas residuales, hacia el suelo y/o agua, ya que, con la finalidad de evitar la contaminación por estos residuos, se colocarán letrinas sanitaras portátiles, en las cuales se colectarán dichas aguas, las letrinas se ubicarán en los tramos delimitados para el depósito del material. Las letrinas se colocarán sobre Liner tipo cenicero con el objeto de minimizar los riesgos de filtración de las aguas hacia el subsuelo; la disposición final de las aguas residuales generadas la realizara el tercero que preste el servicio de renta de letrinas. La evidencia del buen manejo y disposición final adecuada de las aguas residuales se evidenciará mediante la presentación de fotos del uso adecuado de las letrinas sanitarias y copia de contrato o recibo de disposición final entre el prestador de servicio y el órgano administrador de la planta de tratamiento donde sean llevadas en el informe de cumplimiento del proyecto.

Ley de Responsabilidad Civil por Daño y Deterioro Ambiental del Estado de Tabasco.

Esta ley tiene por objeto regular el régimen de responsabilidad civil por daño y deterioro ambiental con motivo de actos u omisiones en la realización de las actividades; y evitar, en la medida de lo posible, afectaciones futuras.

Disposición	Establece	Vinculación del Proyecto
Articulo 2 Fracción V	Para efectos de esta ley se entiende por:	Con la finalidad de evitar yo minimizar los efectos causados por la ejecución del proyecto, se establecen medidas de prevención y mitigación, para la protección



	Deterioro ambiental: La afectación ambiental causada como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental;	del suelo, agua y aire, las cuales se describen en el capítulo VI de la presente manifestación. Entra las medidas se encuentra la aplicación de los programas de manejo de residuos, de mantenimiento de maquinaria y equipo y rescate y reubicación de fauna. De forma periódica, durante la ejecución del proyecto, se efectuará supervisión ambiental en el sitio, para verificar la aplicación de las medidas propuestas

- **REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LA CONABIO.**

  - **Región Terrestre Prioritaria.**

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de alguna **Región Terrestre prioritaria** la más cercana es la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y se ubica al noreste y el Manzanillal al Este del proyecto. por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.

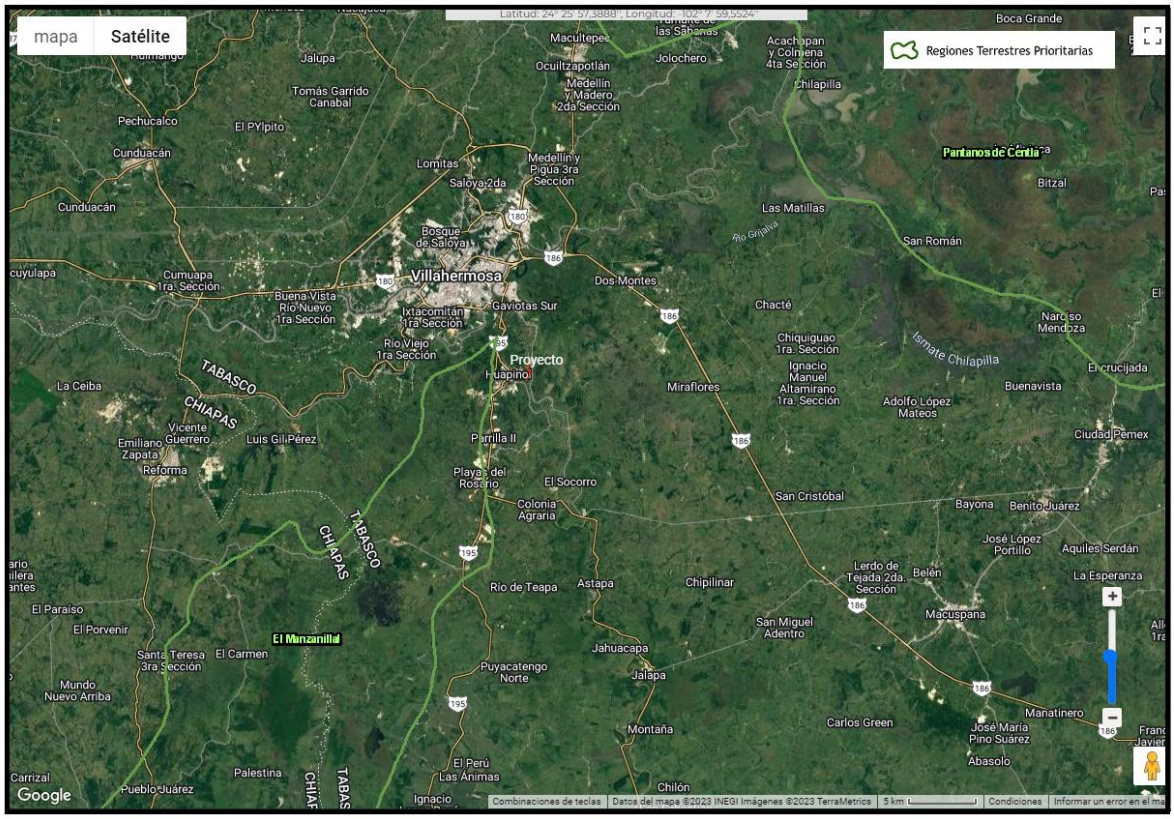


Fig 19. Fuente. Sistema de Informacion Geografica Sobre evaluacion del Impacto Ambiental. (RTP).

❖ Regiones Marinas Prioritarias

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de alguna **Región Marina Prioritaria** la más cercana es la región Marina Prioritaria Denominada 53. PANTANOS DE CENTLA-LAGUNA DE TÉRMINOS, y se ubica al noreste del proyecto. por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.

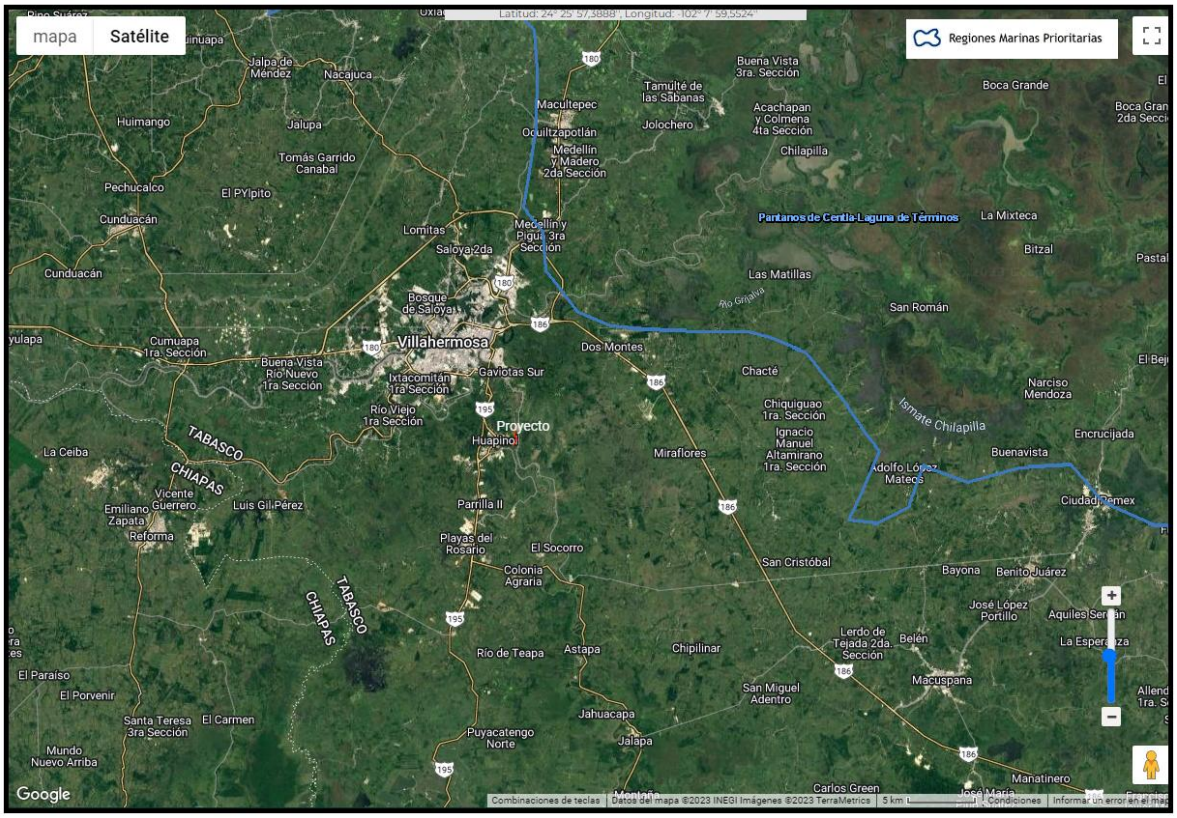


Fig 20. Fuente. Sistema de Informacion Geografica Sobre evaluacion del Impacto Ambiental. (REGION MARINA PRIORITARIA).

❖ Región Hidrológica Prioritaria

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de alguna **Región hidrológica prioritaria** la más cercana es la región hidrológica prioritaria denominada **90. LAGUNA DE TÉRMINOS - PANTANOS DE CENTLA**, y se ubica al noreste del proyecto. por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.

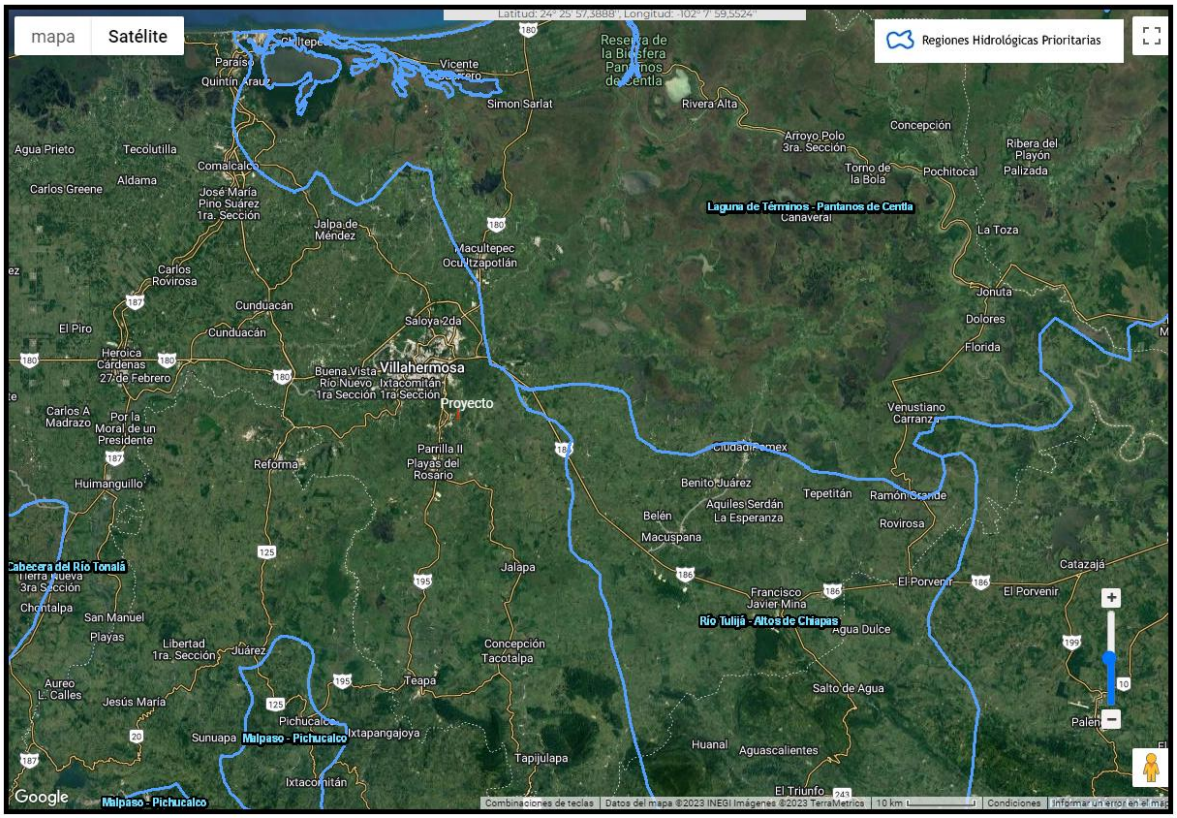


Fig 21. Fuente. Sistema de Informacion Geografica Sobre evaluacion del Impacto Ambiental. (REGION HIDROLOGICA PRIORITARIA).

❖ Áreas de importancia para la Conservación de Aves. (AICAS)

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de alguna **Áreas de importancia para la Conservación de Aves. (AICAS),** la más cercana es la **156 Pantanos de Centla**, y se ubica al noreste del proyecto. por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.

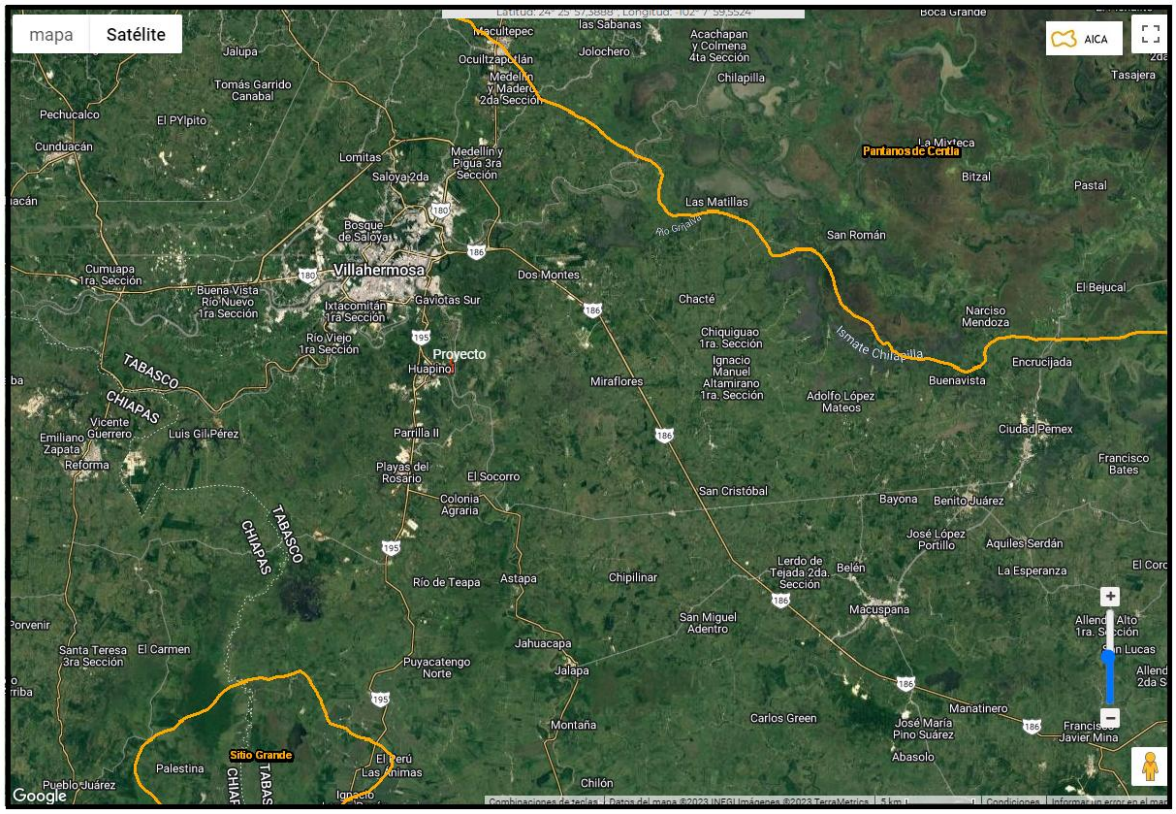


Fig 22.Fuente. Sistema de Informacion Geografica Sobre evaluacion del Impacto Ambiental. (AICAS).

Convención sobre los humedales (RAMSAR).

La convención de RAMSAR representa el único tratado internacional de medio ambiente que se ocupa de un ecosistema en particular, el cual es el humedal. Es un marco para la acción y cooperación entre naciones que poseen sistemas de humedales de importancia ecológica, para su conservación y uso racional, el cual se define como "el mantenimiento de sus características ecológicas, logrado mediante la implementación de enfoques por ecosistemas, dentro del contexto del desarrollo sostenible".

Esté tratado lleva el nombre de la Ciudad Iraní donde fue escrito en 1971, su entrada en vigor fue en 1975. México tiene registrados 114 sitios Ramsar, que cubren un área de 8, 190,991 hectáreas, estando dentro de los países con mayor número de sitios registrados.



Las obligaciones contraídas a la firma del tratado implican el compromiso del gobierno federal de llevar a cabo las acciones necesarias para el cumplimiento de los “tres pilares” de la Convención.

- Designar y gestionar eficazmente los humedales que cumplan adecuadamente con los criterios de la lista Ramsar de humedales de importancia Internacional.
- Trabajar para el uso racional de los humedales de su patrimonio, mediante la planificación del uso del suelo, normas y legislación apropiada, y educación ambiental.

- Cooperar en los mismos términos para la conservación de los humedales que traspasen fronteras internacionales, así como las especies que los habitan. Conforme al artículo 2 de la Convención, el país contratante se compromete, una vez registrado su primer humedal de importancia, a registrar consecutivamente los humedales que, de acuerdo a sus características ecológicas, botánicas, zoológicas, limnológicas e hidrológicas, sean así mismo de importancia internacional, para lo cual el país elabora criterios específicos para identificar dichos sitios.

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de algún sitio **RAMSAR** la más cercana es el denominado Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, y se ubica al noreste del proyecto. por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.

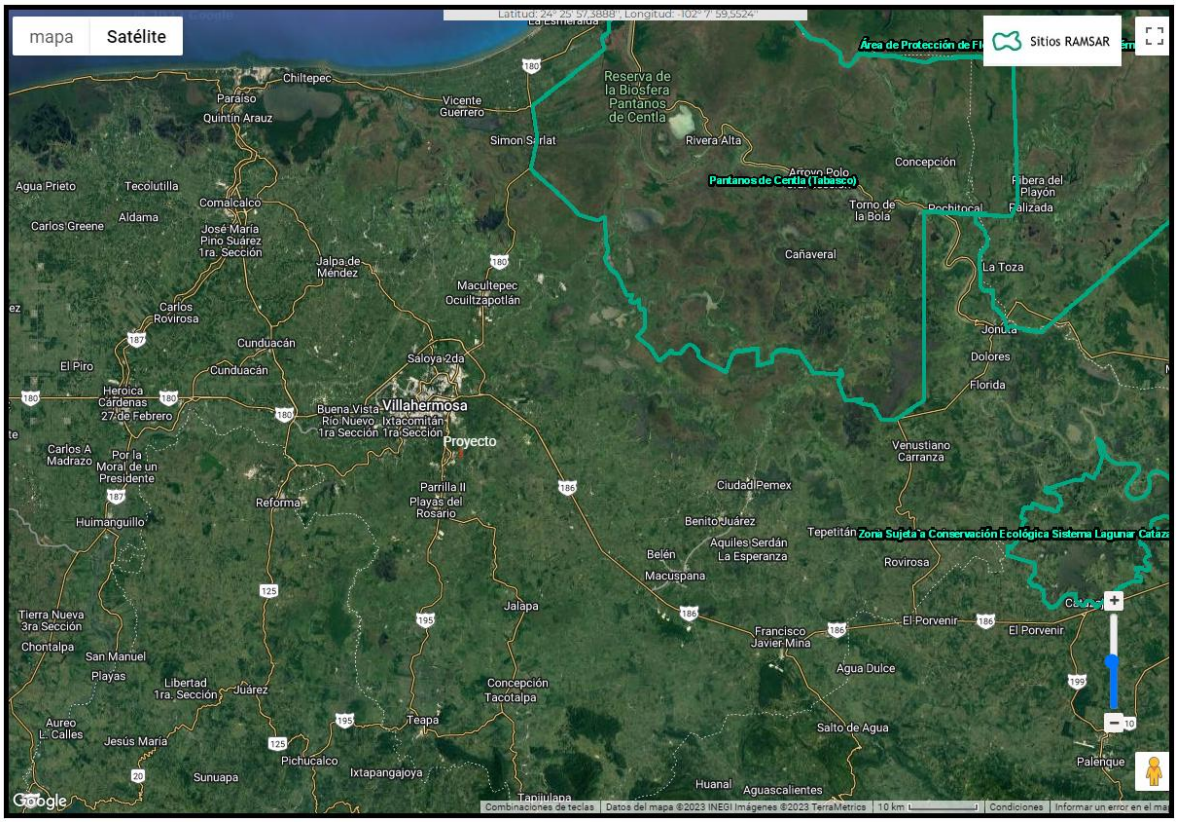


Fig 23. Fuente: Sistema de información geográfica sobre evaluación del impacto ambiental (sitios RAMSAR)

❖ Áreas naturales protegidas

En una extensión territorial de 24,747 kilómetros cuadrados, que representan el 1.3% del territorio nacional, el Estado de Tabasco alberga el 23% promedio de la biodiversidad nacional de vertebrados y el 53% de los humedales de agua dulce de la Nación. Ante la amplia biodiversidad de Tabasco y por la necesidad de preservarla fue creado en 1986 el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del estado de Tabasco (SANPET). Este sistema comprende 14 áreas decretadas, de las cuales 12 son de carácter estatal y dos de carácter federal. En Tabasco existen un total de 375, 625.34 hectáreas protegidas, lo que constituye el 15.2%del Estado.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE TABASCO

	NOMBRE DEL AREA	UBICACIÓN	SUPERFICIE	DECRETO/CERTIFICADO	CARACTERÍSTICAS
1	Parque Estatal de **AGUA BLANCA**	Macuspana	2,025 Ha	19/Dic/1987	Selva alta y mediana perennifolia, laguna.
2	Reserva Ecológica **YUMKA'**	Centro	1713.79 Ha	19/Dic/1987 5/Jun/1993	Selva mediana perennifolia, laguna.
3	Parque Estatal **SIERRA DE TABASCO**	Tacotalpa-Teapa	15,113.2 Ha	24/Feb/ 1988	Selva alta perennifolia, grutas, ríos.
4	Monumento Natural **GRUTAS DE COCONÁ**	Teapa	442 Ha	24/Feb/1988	Selva alta y mediana perennifolia, grutas.
5	Parque Estatal **LAGUNA EL CAMARÓN**	Centro	83 Ha	19/Dic/1993	Laguna de zona inundable, vegetación hidrófita.
6	Reserva Ecológica **LAGUNA DE LAS ILUSIONES**	Centro	259.27 Ha	8/Feb/1995	Laguna urbana con especies nativas y en peligro de extinción.
7	Reserva Ecológica de **LA CHONTALPA**	Cárdenas	277 Ha	8/Feb/1995	Selva mediana perennifolia.
8	Reserva Ecológica **LAGUNA LA LIMA**	Nacajuca	36 Ha	8/Feb/1995	Laguna y vegetación hidrófita.
9	Reserva Ecológica **YU-BALCAH**	Tacotalpa	572 Ha	10/Jun/2000	Selva mediana de canacoite y selva alta de pío.
10	Reserva Ecológica **CASCADAS DE REFORMA**	Balancán	5,748.35 Ha	23/Nov/2002	Selva mediana de puckte y manglar. Cuerpos lacustres permanentes y temporales.
11	Reserva Ecológica **RÍO PLAYA**	Comalcalco	711 Ha	29/Sept/2004	Popal -Tular.
12	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación **GUARITEC**	Centla	7 Ha	10/Julio/2014	Vegetación secundaria nativa
13	Reserva de la Biosfera **PANTANOS DE CENTLA** ***FEDERAL***	Centla, Jonuta y Macuspana	302,706 Ha	06/Ago/1992	Vegetación hidrófita, Selva mediana y manglar.
14	Área de Protección de Flora y Fauna **CAÑÓN DEL USUMACINTA** ***FEDERAL***	Tenosique	46,128.49 Ha	22/Sept/2008	Selva Alta Perennifolia, Río Usumacinta, Sitios Arqueológicos

De acuerdo con el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (P.E.O.T) los usos y aprovechamiento del suelo y vegetación son variables ya que los recursos que se encuentran son diferentes en zonas de selvas, manglares, popaleria, Tular, palmar, vegetación halofita, bosques, zonas de riego y de cultivos temporales enfocándose sus usos hacia las actividades económicas del estado como son los sistemas productivos e industriales.

El Atractivo del turismo ecológico lo constituye la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla que cubre el 80 por ciento del sistema de áreas naturales protegidas de Tabasco; en su mayor parte la reserva se encuentra en el municipio de Centla y está considerada la región de humedades más importante de Centroamérica.

También se cuenta con la Reserva Ecológica de Agua Selva, ubicada en el municipio de Huimanguillo; el Parque Estatal Laguna de Mecoacán y Río González, muy cerca del municipio de Paraíso; la Laguna del Carmen y el Pajaral, en el

municipio de Cárdenas; Laguna de Pomposu, en el municipio de Jalpa de Méndez y el Parque Estatal Cañón del Usumacinta en el municipio de Tenosique.

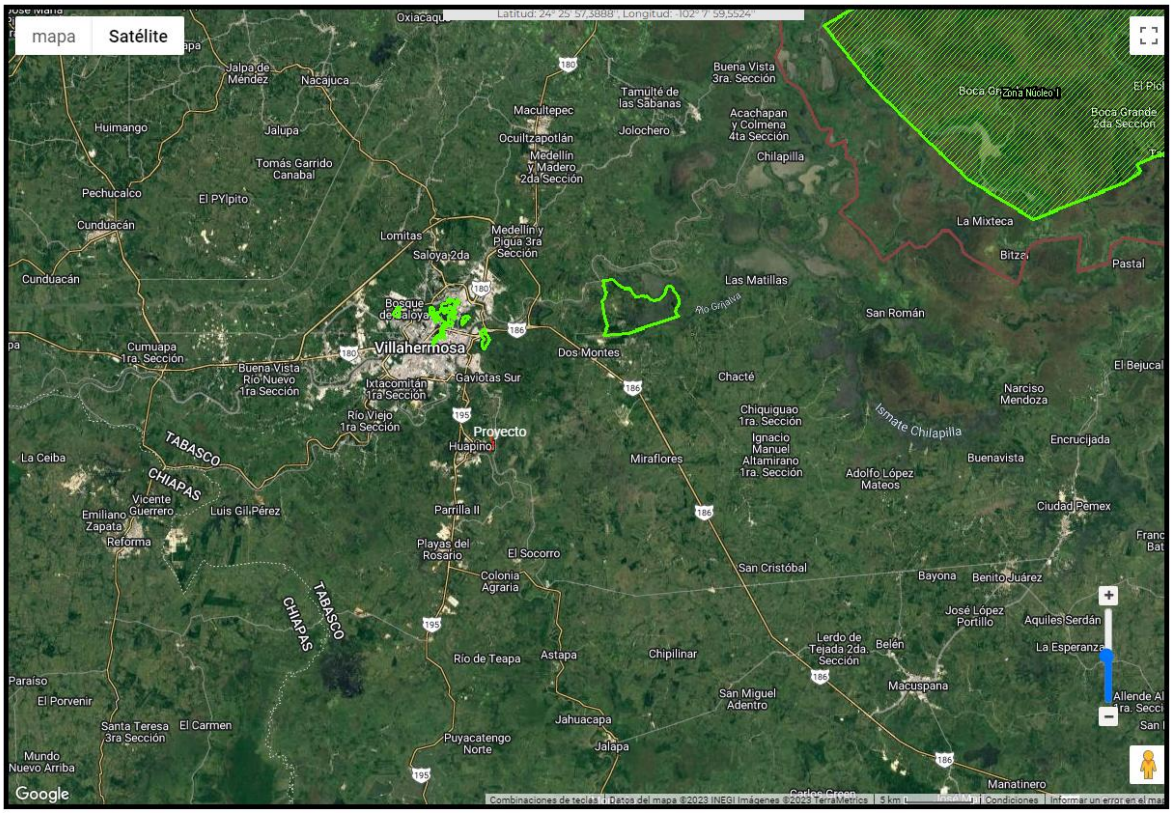


Fig 24. Fuente: Sistema de información geográfica sobre evaluación del impacto ambiental (Áreas naturales protegidas de competencia estatal)

De acuerdo con el Análisis Geoespacial realizado se tiene que el proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, que pretende desarrollar la Promovente, no se encuentra dentro de algún ANP de orden estatal o Federal,

Por lo que las obras y actividades no comprometen la Calidad de la biodiversidad de estas áreas.



CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO".

La delimitación y descripción del área de estudio, influencia y del sistema ambiental objetivo de este capítulo, toma como base la identificación de las interacciones entre las actividades del proyecto, con respecto a todos los elementos bióticos, abióticos en un área determinada, también es elemento de consideración el desarrollo de las actividades humanas que preceden o se afectan con el desarrollo del presente proyecto.

IV. I.- DELIMITACION DEL AREA DE INFLUENCIA

El área de estudio se encuentra ubicada en la margen derecha del rio la Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II), municipio de centro en el estado de Tabasco. En donde se observa el desarrollo de Asentamientos Humanos.

De acuerdo con Canter *et. al.* (1998) el área de influencia de un proyecto es "el espacio donde se presentan los posibles impactos ambientales y sociales derivados de la implementación de un proyecto". Sin embargo, el alcance del concepto de área de influencia puede ser notablemente relativo.

Además, la determinación de las áreas de influencia para cualquier proyecto u actividad está determinada por el alcance geográfico de los cambios o alteraciones (impactos); así, se tiene dos niveles de análisis o dos tipos de áreas de influencia.

Por tal razón, se conoce como área de influencia, al área básica de impacto asociada a los impactos previstos y evaluados en el medio socioeconómico; y que guardan relación con el alcance geográfico y las condiciones del ambiente, al momento de la ejecución de las actividades del estudio.

Por lo que, para delimitar el área de influencia del proyecto se abarcaron aspectos que consideran términos de entradas (recursos, materias primas, insumos, mano de obra y espacio) y términos de salidas (productos, desechos sólidos, efluentes líquidos, emisiones, empleo). En general, términos de provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptores de efectos.



Para medir los impactos generados en el área de influencia, se tiene dos niveles de análisis o dos tipos de áreas de influencia;

Área de Influencia Directa: en esta el impacto ambiental guarda relación directa con el proyecto. y

Área de Influencia Indirecta: zonas alrededor del área de influencia directa donde podría o no ocurrir alguna acción impactante derivada del proyecto.

- Así entonces el área de **influencia directa** se clasifico como el espacio físico donde los impactos se pudieran presentar de forma evidente, entendiéndose como impacto ambiental la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, consecuencia de una actividad o acción.

De manera general el área de influencia directa se determinó como el medio circundante inmediato donde se desarrollará el proyecto y será aquella en la cual se instalará toda la infraestructura necesaria o espacio físico que servirá de manera temporal o permanente para su instalación.

En esta se considera que el espacio territorial de influencia directa puede ser igual a el área del proyecto toda vez que toda actividad que se realice estará limitada al específicamente a esa área, ya que es allí donde se pudieran ver afectados por niveles de presión visual, sonora, dispersión del material particulado, emisiones de olores, y continua circulación de vehículos automotores o maquinaria pesada y generación de residuos en las diferentes etapas del proyecto y demás operaciones que se desarrollaran dentro del área del proyecto.

Así entonces el **área de influencia directa** comprende el área a ocupar por el proyecto de manera permanente. De acuerdo con sus características constructivas, del total del área permanente a ocupar que será de 6,300.19 **m^2**.

477.3 m^2 se ejecutarán en tierra (Zona Federal) y

5,822.89 m^2 dentro del cuerpo de agua (Rio la Sierra).



Donde para el componente abiótico se consideró como posibles impactos los que pudiesen ocurrir al:

Suelo: específicamente al suelo en la margen derecha ya que, derivado de las actividades de construcción de la protección marginal, el suelo en un área de 477.3 **m^2**, se verá directamente afectado de manera permanente, y este no podrá cumplir con su proceso físico, químico y biológico, durante el tiempo que dure el proyecto.

Sin embargo, un impacto positivo es que el área o zona federal (margen) en el área del proyecto como en sus áreas aledañas permanecerá y pudiera verse incrementada, ya que esta obra tiene como objetivo evitar que se siga erosionando.

Aire: durante la etapa de preparación del sitio construcción existirá emisión de polvos y partículas, por la operación de maquinaria pesada y movimiento de material.

Agua: durante la etapa de preparación del sitio construcción del proyecto dado la presencia de personal, se generará aguas residuales sanitarias, mismas que deberán ser enviadas a tratamiento o disposición final a empresas autorizadas para tal fin.

Los escurrimientos naturales en el área del proyecto no se verán desviados o modificados debido a la infraestructura (Protección marginal) ya que dada la distancia entre cada uno de ellos no formarían una barrera física que limite los escurrimientos naturales hacia el cuerpo de agua Rio la Sierra.

En cuanto al acuífero (aguas subterráneas) no se verá afectado ya que no se pretende ni es motivo del presente proyecto descargas aguas residuales a algún cuerpo receptor (agua o suelo) que pudiese afectar el acuífero. por lo que no se violentara las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Residuos: específicamente durante la etapa de preparación del sitio construcción se generarán residuos tales como:

RSU: residuos de comida,

RME: residuos vegetales, de material de maderas, de plástico, vidrio, metal o cartón utilizados para contener alimentos, aguas residuales de sanitarios y cualquier otro que no presente características de peligrosidad.



RP: En el área del proyecto se indicará a la empresa contratista, que estará estrictamente prohibido realizar actividades de mantenimiento, preventivo o correctivo a su maquinaria y equipo lo anterior para evitar mayores afectaciones al entorno.

Solo en casos de evento fortuitos (derrame por falta de mantenimiento a la maquinaria o equipo) se aplicará el plan de atención a contingencias y todo residuo generado se manejará acorde a las especificaciones establecidas en la LGPGIR y su reglamento.

Para el componente biótico

Vegetación: El área del proyecto se ubicarán en un área o bien público que actualmente no tiene un uso en específico ya que es la zona federal del Rio la Sierra, sin embargo si se observa que se encuentra altamente perturbada por los asentamientos humanos aledaños a la zona federal, razón por la cual la vegetación ribereña, característica en su mayoría un estrato medio conformado por plantas herbáceas utilizados como cercos vivos y estrato pequeño conformado por especies vegetales rastreras (pasto).

Fauna: Las infraestructura (Protección marginal) se ubicarán en un área que ha sufrido presiones antropogénica, como lo son los asentamientos humanos, e infraestructura carretera, por lo tanto existe un alto grado de perturbación, que han ido mermando la abundancia y diversidad biológica, esa es la razón por la cual no se observan mamíferos u organismos de lento desplazamiento, en el área de influencia directa siendo la fauna más representativa la conformada por las Aves, y estas si se verán desplazadas debido al movimiento de maquinaria y personal, durante las actividades del proyecto, preparación del sitio y construcción.

Socioeconómico: Respecto a este componente, los criterios para la definición de Área de Influencia Directa están relacionados a la afectación directa de factores físicos, químicos o biológicos, tales como la calidad del aire, ruido o calidad del agua, que puedan afectar a centros de población cercanos al área del proyecto, en el presente caso aledaña a la carretera paralela al Rio la Sierra que comunica a la ranchería Torno Largo, existen asentamientos humanos, comerciales, instalaciones del sector privado, como talleres y bodegas, así como instalaciones del sector público, como son escuelas primaria y telesecundaria.



La población más cercada al área del proyecto se ubica sobre la margen derecha del rio la Sierra, entre la Zona federal del rio la Sierra y la carretera principal a Torno Largo Primera Sección (Tramo II), dada la baja complejidad de los trabajos a realizarse no se prevé una afectación grave a los factores físicos, químicos o biológicos, de la población tales como la calidad del aire, ruido o calidad del agua.

- **Área de influencia indirecta**. El área de influencia indirecta es el territorio en el que se pudieran manifiestan los impactos ambientales indirectos o inducidos; es decir; aquellos que ocurren en un sitio diferente en donde se produjo la acción generadora del impacto ambiental; y en un tiempo diferido con relación al momento en que ocurrió la acción provocadora del impacto ambiental. En este sentido, la determinación del área de influencia indirecta es variable, según se considere el componente Abiótico, biótico o socio-económico; e incluso dentro de cada uno de estos componentes el área de influencia indirecta puede variar según el elemento ambiental analizado, esto durante las actividades de preparación del sitio, construcción, operación mantenimiento y abandono.

Así entonces con ayuda del Google Earth Pro aplicación de mapeo para respuesta, planificación y tareas operativas locales, se delimito el área de influencia indirecta, para lo cual primeramente se identificaron las áreas que podrían verse afectadas por su cercanía al área del proyecto, así como sus barreras o límites físicos que pudiesen impedir afectaciones a los componentes (agua aire, suelo). Bajo este procedimiento se identificó:

Infraestructura e instalaciones aledañas a la zona federal y cuerpo de agua Rio la Sierra, de interés cercanas al área del proyecto.

Infraestructura carretera, instalaciones y asentamientos humanos	Distancia con respecto al área del proyecto (km)
Al Norte	Rio La Sierra 0 m
Al Sur	Rio La Sierra 0 m
Al Este	A 12 m Viviendas y a 87 m Carretera
Al Oeste	1.5 km Casa del árbol

Una vez determinado las distancias con respecto al proyecto se puede determinar la existencia de asentamientos humanos aledaño al área del proyecto, que pudiesen verse afectados en cierto nivel de presión sonora, dispersión de material particulado, emisión de olores, molestias por la circulación de maquinaria pesada, transporte de personal y demás actividades en las diferentes etapas del proyecto.



Así entonces se puede observar que el área circundante al proyecto se encuentra altamente alterado por los asentamientos humanos, con infraestructura pública (escuelas, comercios) así como una carretera.

Considerando los límites físicos, como son los árboles existentes, viviendas, instalaciones y la carretera 87 metros, que se encuentra a 1.5 m por arriba de la zona federal y los terrenos aledaños a este, se propone un polígono que cubriría un área de **85,679 m^2.**

Tabla 13. Coordenadas de Área de influencia (Indirecta) de 85,679 m^2 Fuente: Google Earth Pro.

#	UTM		Grados, minutos y segundos	
	Este (X)	**Norte (Y)**	**Latitud**	**Longitud**
1	511169.00 m E	1981956.00 m N	17°55'32.11"N	92°53'40.34"
2	511198.00 m E	1981780.00 m N	17°55'26.39"N	92°53'39.36"O
3	511232.00 m E	1981599.00 m N	17°55'20.50"N	92°53'38.21"O
4	511232.00 m E	1981535.00 m N	17°55'18.41"N	92°53'38.21"O
5	510984.00 m E	1981576.00 m N	17°55'19.75"N	92°53'46.64"O
6	511022.00 m E	1981624.00 m N	17°55'21.31"N	92°53'45.35"O
7	511021.00 m E	1981689.00 m N	17°55'23.43"N	92°53'45.38"O
8	510976.00 m E	1981785.00 m N	17°55'26.55"N	92°53'46.91"O
9	510953.00 m E	1981855.00 m N	17°55'28.83"N	92°53'47.69"O
10	510923.00 m E	1981920.00 m N	17°55'30.95"N	92°53'48.71"O
	Área de influencia indirecta 85,679 m^2			

Donde para el componente abiótico se consideró como posibles impactos durante las actividades de preparación del sitio y construcción:

Suelo: para llegar al área del proyecto no se esperan cambios de usos de suelos ya que el área se ubica en la zona federal y terrenos aledaños con asentamientos humanos e infraestructura vial, en cuanto al transporte terrestre se utilizarán los caminos existentes.

Como ya se mencionó un área de **6,300.19 m^2**, se verá directamente afectado de manera permanente por las obras de Protección Marginal, así mismo dentro del área de influencia indirecta se considera un área de uso temporal el cual será utilizado únicamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción su función es exclusivamente para el resguardo de la maquinaria pesada equipos y herramientas así como para el almacén temporal, recipientes de residuos y baños portátiles, esta área se encuentra descrita en el capítulo II.



Dadas las características, dimensiones y límites físicos existentes no se espera que el proyecto genere impactos al suelo fuera de los limites propuestos para el área de influencia indirecta.

Aire: Se estima que el área de influencia indirecta que podría verse afectado por la presencia de emisión de gases, polvos y ruidos, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción pudiera extender su afectación fuera del área donde se genera es decir fuera del área de influencia directa, la cual comprende un área de 85,679 m^2. Tal como se muestra en la figura, Esto solo en el supuesto que no se tomen medidas de prevención adecuadas, con son los mantenimientos adecuados a la maquinaria y a las unidades que se requieran en el sitio del proyecto.

Dadas las características, dimensiones y distancias a centros de población, así como a la dirección de los vientos que soplan en la región y que tienen comúnmente una dirección de dispersión Este a Oeste, suroeste y norte en épocas de frentes fríos y ciclones, no se espera que el proyecto genere impactos o molestias de tipo respiratoria a los centros de población o asentamientos humanos cercanos, de igual manera las características del terreno (planicie) facilitara la dispersión de cualquier tipo de emisión a la atmosfera por lo que los gases, ruido o polvos que pudiera generar la maquinaria durante el movimiento de rocas, difícilmente podría afectar fuera de los limites propuestos para el área de influencia indirecta.

En contraste dado la dirección de los vientos no se presentarían afectaciones a las áreas ya perturbadas por los asentamientos humanos.

Agua: durante la etapa de preparación del sitio construcción del proyecto dado la presencia de personal, se generará aguas residuales sanitarias, mismas que deberán ser enviadas a tratamiento o disposición final a empresas autorizadas para tal fin.

Los escurrimientos naturales en el área del proyecto no se verán desviados o modificados debido a la infraestructura (Protección Marginal) ya que dada la distancia entre cada uno de ellos no formarían una barrera física que limite los escurrimientos naturales hacia el cuerpo de agua Rio la Sierra.

En cuanto al acuífero (aguas subterráneas) no se verá afectado ya que no se pretende ni es motivo del presente proyecto descargas aguas residuales a algún cuerpo receptor (agua o suelo) que pudiese afectar el acuífero. por lo que no se violentara las especificaciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021.



Dentro del cuerpo de agua existirá remoción o movimiento de sedimentos en el lecho del rio lo cual provocara la suspensión de sedimentos en el agua provocando turbiedad estas partículas removidas provocaran turbiedad en el agua misma que será trasladada por la corriente del rio hasta su sedimentación, sin embargo estas no generara mayores impactos ya que el rio constantemente lleva partículas de sedimento en suspensión, rio abajo la distancia a la cual lleguen esas partículas de sedimento en suspensión dependerá de la velocidad de la corriente.

Residuos: específicamente durante la etapa de preparación del sitio construcción se generarán residuos tales como **RSU:** residuos de comida, **RME:** residuos vegetales, de material de maderas, de plástico, vidrio, metal o cartón utilizados para contener alimentos, aguas residuales de sanitarios y cualquier otro que no presente características de peligrosidad. Con un correcto manejo no se espera que estos influyan más allá de los límites del área de influencia indirecta.

Para el componente biótico

Vegetación: El área del proyecto se ubicarán en un área o bien público que actualmente no tiene un uso en específico ya que es la zona federal del Rio la Sierra.

Sin embargo, si se observa que se encuentra altamente perturbada por las actividades antropogénica que se practican en los terrenos aledaños como lo son los asentamientos humanos, razón por la cual la vegetación característica es en su mayoría un estrato medio conformado por plantas herbáceas y arboles utilizados como cercos vivos y estrato pequeño conformado por especies vegetales rastreras (pasto).

Fauna: Las infraestructura (Protección Marginal) se ubicarán en un área que ha sufrido presiones antropogénica, como lo son los asentamientos humanos, por lo tanto existe un alto grado de perturbación, que han ido mermando la abundancia y diversidad biológica, esa es la razón por la cual no se observan mamíferos u organismos de lento desplazamiento, en el área de influencia directa siendo la fauna más representativa la conformada por las Aves, y estas si se verán desplazadas debido al movimiento de maquinaria y personal, durante las actividades del proyecto, preparación del sitio y construcción.

Socioeconómico: Respecto a este componente, los criterios para la definición de Área de Influencia indirecta están relacionados a la afectación directa de factores



físicos, químicos o biológicos, tales como la calidad del aire, ruido o calidad del agua, que puedan afectar a centros de población cercanos al área del proyecto,

Dadas las características, dimensiones y distancias a los asentamientos humanos ya señalados, no se espera que el proyecto genere impactos al suelo, Aire, Agua, fuera de los limites propuestos para el área de influencia indirecta.

En conclusión, considerando el máximo alcance de efectos para el área de influencia directa e indirecta, se propuso un polígono o área de influencia.

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental

Un sistema ambiental se define como el conjunto de elementos con interacción e interdependencia, que le confieren entidad propia al formar un sistema unificado.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA), implica obtener una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de un ecosistema. Por lo tanto, es necesario enmarcar un área específica bajo el análisis de criterios técnicos, determinando fronteras de perturbación antropogénica y límites naturales.

Criterios de delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.

1. **Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades**: El tipo de proyecto es puntual y su extensión y dimensiones se ubica a la altura de la comunidad denominada Ra Torno Largo Primera Sección (Tramo II) municipio de Centro, Tabasco.

2. **Dimensión del proyecto**. Estará determinada por la superficie que ocupará proyecto denominado CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO. El cual ocupara un área permanente de 6,300.19 **m^2**, de los cuales 477.3 m^2 se ubican en tierra (zona federal) y 5,822.89 m^3 dentro del cuerpo de agua denominado Rio la Sierra. El cual de acuerdo con el Programa de ordenamiento Ecológico regional del estado de Tabasco se ubica dentro de una UGA de Aprovechamiento. En cuanto a uso de suelos, de acuerdo con la serie VI INEGI 2017, el sitio del proyecto está considerado como de pastizal cultivado.

3. **Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's), de acuerdo con el análisis y vinculación con las políticas ambientales.**

   - Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)
   - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMY RGMYMC)
   - Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Tabasco. (POERET- 2019)

De la vinculación y análisis a las estrategias, se determina que, de acuerdo con la naturaleza del proyecto, la superficie y ubicación estas, no son limitantes para la ejecución del proyecto, siempre que se cumpla con las reglamentaciones, lineamientos, estrategias ecológicas y acciones aplicables a la UGA.

4. **Interacción con componentes ambientales**. Debido a las características del proyecto, así como a su ubicación y distribución, para el proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO".** Se identificó que el proyecto se encuentra dentro de:

La RH30 (Grijalva – Usumacinta) y las dimensiones del proyecto, seleccionando por su interacción con el proyecto, la Cuenca hidrológica delimitada en el estudio hidrológico del proyecto ejecutivo, denominada **La sierra.**

CUENCA HIDROLÓGICA LA SIERRA No. 3050:

Cuenta con un volumen disponible de 158.71 millones de metros cúbicos (hm3) según el acuerdo de fecha de publicación en el DOF de fecha 21 de septiembre de 2020.

Cuenca hidrológica De la Sierra. Aporta su caudal a la cuenca 74 Grijalva. Tiene una superficie de aportación de 1,078 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país, se origina cerca de la localidad El Patio, Municipio de Rayón, su principal afluente es el Río de La Sierra, desemboca en el Río Viejo Mezcalapa a la altura de la estación hidrométrica Gaviotas I y II.

La ubicación geográfica con ayuda del sistema de información geográfica se delimita, teniendo que el polígono que abarca la cuenca LA SIERRA es:

Tabla 14.- Coordenadas Cuenca La Sierra.

Grados decimales		UTM		Grados, minutos y segundos	
Latitud	Longitud	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud
17.82514414	-92.86986464	513789.9943	1970845.128	-17º -49' -30.519" N	92º 52' 11.513" W
17.82919917	-92.86623244	514174.566	1971294.025	-17º -49' -45.117" N	92º 51' 58.437" W
17.83391355	-92.85834477	515009.9822	1971816.213	-17º -50' -2.089"N	92º 51' 30.041" W
17.84335055	-92.85340725	515532.351	1972860.674	-17º -50' -36.062" N	92º 51' 12.266" W
17.85373419	-92.85043974	515845.8576	1974009.714	-17º -51' -13.443" N	92º 51' 1.583" W
17.86128651	-92.85240741	515636.7227	1974845.098	-17º -51' -40.631" N	92º 51' 8.667" W
17.87073325	-92.86127369	514696.6056	1975889.517	-17º -52' -14.64" N	92º 51' 40.585" W
17.88017584	-92.86421854	514383.8693	1976933.968	-17º -52' -48.633" N	92º 51' 51.187" W
17.89716773	-92.86223483	514592.6232	1978814.022	-17º -53' -49.804" N	92º 51' 44.045" W
17.91227118	-92.86123537	514697.2456	1980485.075	-17º -54' -44.176" N	92º 51' 40.447" W
17.92737664	-92.86122702	514696.8848	1982156.275	-17º -55' -38.556" N	92º 51' 40.417" W
17.93492969	-92.86319635	514487.707	1982991.757	-17º -56' -5.747" N	92º 51' 47.507" W
17.9415417	-92.86910955	513860.9749	1983722.83	-17º -56' -29.55" N	92º 52' 8.794" W
17.94437962	-92.87798176	512921.2227	1984036.167	-17º -56' -39.767" N	92º 52' 40.734" W
17.94816362	-92.88883135	511772.0443	1984454.092	-17º -56' -53.389" N	92º 53' 19.793" W
17.95666258	-92.89474403	511145.397	1985394.016	-17º -57' -23.985" N	92º 53' 41.078" W
17.96421913	-92.90263235	510309.6755	1986229.586	-17º -57' -51.189" N	92º 54' 9.476" W
17.96516491	-92.90558725	509996.7453	1986334.062	-17º -57' -54.594" N	92º 54' 20.114" W
17.96516684	-92.91052189	509474.2479	1986334.016	-17º -57' -54.601" N	92º 54' 37.879" W
17.96331311	-92.91633687	508858.6305	1986128.64	-17º -57' -47.927" N	92º 54' 58.813" W
17.96044866	-92.91446765	509056.6981	1985811.82	-17º -57' -37.615" N	92º 54' 52.084" W
17.95478403	-92.91447389	509056.3253	1985185.109	-17º -57' -17.222" N	92º 54' 52.106" W
17.95261919	-92.91598525	508896.3965	1984945.528	-17º -57' -9.429" N	92º 54' 57.547" W
17.95195165	-92.91249857	509265.6388	1984871.844	-17º -57' -7.026" N	92º 54' 44.995" W
17.95006336	-92.91151384	509370.0125	1984662.981	-17º -57' -0.228" N	92º 54' 41.45" W
17.94439694	-92.90856229	509682.8684	1984036.225	-17º -56' -39.829" N	92º 54' 30.824" W
17.93400986	-92.90461794	510101.1478	1982887.254	-17º -56' -2.435" N	92º 54' 16.625" W
17.92457271	-92.90856834	509683.3048	1981842.961	-17º -55' -28.462" N	92º 54' 30.846" W
17.91796646	-92.91252223	509264.9019	1981111.875	-17º -55' -4.679" N	92º 54' 45.08" W
17.90852553	-92.91252097	509265.5256	1980067.376	-17º -54' -30.692" N	92º 54' 45.075" W
17.89342014	-92.91056029	509473.997	1978396.288	-17º -53' -36.313" N	92º 54' 38.017" W
17.88020094	-92.90464792	510101.0195	1976934.092	-17º -52' -48.723" N	92º 54' 16.732" W
17.87170183	-92.89972667	510622.8516	1975994.069	-17º -52' -18.127" N	92º 53' 59.016" W
17.86603724	-92.90169424	510414.7398	1975367.257	-17º -51' -57.734" N	92º 54' 6.099" W
17.85849059	-92.90959243	509578.3902	1974531.913	-17º -51' -30.566" N	92º 54' 34.533" W
17.85093776	-92.91156863	509369.4132	1973696.209	-17º -51' -3.376" N	92º 54' 41.647" W
17.8452749	-92.9135353	509161.3323	1973069.603	-17º -50' -42.99" N	92º 54' 48.727" W
17.83772421	-92.91847143	508638.6906	1972234.002	-17º -50' -15.807" N	92º 55' 6.497" W
17.82545523	-92.92734613	507698.862	1970876.245	-17º -49' -31.639" N	92º 55' 38.446" W
17.82073453	-92.92735333	507698.302	1970353.974	-17º -49' -14.644" N	92º 55' 38.472" W
17.81601628	-92.92932266	507489.811	1969831.895	-17º -48' -57.659" N	92º 55' 45.562" W
17.8075211	-92.93622706	506758.4586	1968891.776	-17º -48' -27.076" N	92º 56' 10.417" W



17.80091421	-92.93918583	506445.1344	1968160.726	-17° -48' -3.291" N	92° 56' 21.069" W
17.79525172	-92.94214579	506131.6281	1967534.163	-17° -47' -42.906" N	92° 56' 31.725" W
17.78109053	-92.94313019	506027.7725	1965967.426	-17° -46' -51.926" N	92° 56' 35.269" W
17.77353973	-92.94609126	505714.1612	1965131.96	-17° -46' -24.743" N	92° 56' 45.929" W
17.76598707	-92.95200392	505087.651	1964296.213	-17° -45' -57.553" N	92° 57' 7.214" W
17.7584361	-92.95791817	504460.9193	1963460.673	-17° -45' -30.37" N	92° 57' 28.505" W
17.7452207	-92.96383844	503833.6178	1961998.479	-17° -44' -42.795" N	92° 57' 49.818" W
17.72728506	-92.96679821	503520.1917	1960014.144	-17° -43' -38.226" N	92° 58' 0.474" W
17.71973219	-92.96581394	503624.6997	1959178.566	-17° -43' -11.036" N	92° 57' 56.93" W
17.70556881	-92.95891744	504356.2684	1957611.777	-17° -42' -20.048" N	92° 57' 32.103" W
17.69046334	-92.95202775	505087.2548	1955940.79	-17° -41' -25.668" N	92° 57' 7.3" W
17.68196505	-92.94612097	505713.9135	1955000.771	-17° -40' -55.074" N	92° 56' 46.035" W
17.67441183	-92.94710555	505609.7319	1954165.11	-17° -40' -27.883" N	92° 56' 49.58" W
17.67063772	-92.95400252	504878.3736	1953747.379	-17° -40' -14.296" N	92° 57' 14.409" W
17.66119882	-92.9559704	504669.909	1952703.082	-17° -39' -40.316" N	92° 57' 21.493" W
17.65459016	-92.95498645	504774.4437	1951971.975	-17° -39' -16.525" N	92° 57' 17.951" W
17.64798346	-92.96483605	503729.8642	1951240.84	-17° -38' -52.74" N	92° 57' 53.41" W
17.64420891	-92.97271818	502893.8614	1950823.116	-17° -38' -39.152" N	92° 58' 21.785" W
17.64515304	-92.98256851	501848.999	1950927.443	-17° -38' -42.551" N	92° 58' 57.247" W
17.63571205	-92.98453656	501640.3284	1949882.948	-17° -38' -8.563" N	92° 59' 4.332" W
17.62343871	-92.98256821	501849.2522	1948525.143	-17° -37' -24.379" N	92° 58' 57.246" W
17.60550099	-92.97863051	502267.2068	1946540.705	-17° -36' -19.804" N	92° 58' 43.07" W
17.59511613	-92.97863038	502267.3503	1945391.811	-17° -35' -42.418" N	92° 58' 43.069" W
17.5800124	-92.98256761	501849.7579	1943720.821	-17° -34' -48.045" N	92° 58' 57.243" W
17.5620748	-92.98257444	501849.2151	1941736.361	-17° -33' -43.469" N	92° 58' 57.268" W
17.55263412	-92.98552769	501535.8931	1940691.902	-17° -33' -9.483" N	92° 59' 7.9" W
17.54602561	-92.99241685	500804.8011	1939960.753	-17° -32' -45.692" N	92° 59' 32.701" W
17.54130666	-92.99635498	500386.8566	1939438.678	-17° -32' -28.704" N	92° 59' 46.878" W
17.53281014	-92.9963549	500386.8835	1938498.701	-17° -31' -58.117" N	92° 59' 46.878" W
17.52242494	-92.99536979	500491.4685	1937349.779	-17° -31' -20.73" N	92° 59' 43.331" W
17.5216147	-92.99537098	500491.3443	1937260.143	-17° -31' -17.813" N	92° 59' 43.336" W
17.52241938	-92.99683515	500335.9295	1937349.162	-17° -31' -20.71" N	92° 59' 48.607" W
17.52235811	-92.99688871	500330.245	1937342.383	-17° -31' -20.489" N	92° 59' 48.799" W
17.51893872	-93.00096266	499897.8179	1936964.092	-17° -31' -8.179" N	93° 0' 3.466" W
17.51503059	-93.00554726	499411.1685	1936531.74	-17° -30' -54.11" N	93° 0' 19.97" W
17.5106323	-93.00554733	499411.147	1936045.155	-17° -30' -38.276" N	93° 0' 19.97" W
17.50428123	-93.0060526	499357.4895	1935342.534	-17° -30' -15.412" N	93° 0' 21.789" W
17.50232639	-93.01674764	498222.1436	1935126.337	-17° -30' -8.375" N	93° 1' 0.292" W
17.5006841	-93.01721351	498172.6731	1934944.654	-17° -30' -2.463" N	93° 1' 1.969" W
17.49695176	-93.01827353	498060.1054	1934531.754	-17° -29' -49.026" N	93° 1' 5.785" W
17.49255368	-93.01725901	498167.7618	1934045.182	-17° -29' -33.193" N	93° 1' 2.132" W
17.48864356	-93.02285888	497573.2201	1933612.667	-17° -29' -19.117" N	93° 1' 22.292" W
17.48326899	-93.02438438	497411.1922	1933018.097	-17° -28' -59.768" N	93° 1' 27.784" W
17.47593956	-93.02845931	496978.4486	1932207.299	-17° -28' -33.382" N	93° 1' 42.454" W
17.46909818	-93.02896241	496924.9199	1931450.445	-17° -28' -8.753" N	93° 1' 44.265" W
17.46274728	-93.0289642	496924.623	1930747.844	-17° -27' -45.89" N	93° 1' 44.271" W
17.45786075	-93.03252526	496546.4227	1930207.307	-17° -27' -28.299" N	93° 1' 57.091" W
17.45346283	-93.03660123	496113.5372	1929720.844	-17° -27' -12.466" N	93° 2' 11.764" W
17.44662128	-93.04270351	495465.4033	1928964.098	-17° -26' -47.837" N	93° 2' 33.733" W



17.44075646	-93.04422906	495303.258	1928315.311	-17º -26' -26.723" N	93º 2' 39.225" W
17.43538169	-93.04575558	495141.0132	1927720.739	-17º -26' -7.374" N	93º 2' 44.72" W
17.42902863	-93.04880729	494816.7594	1927017.982	-17º -25' -44.503" N	93º 2' 55.706" W
17.42414236	-93.05135544	494546.0055	1926477.485	-17º -25' -26.912" N	93º 3' 4.88" W
17.42071879	-93.06458575	493140.806	1926099.163	-17º -25' -14.588" N	93º 3' 52.509" W
17.41485613	-93.06203674	493411.3085	1925450.49	-17º -24' -53.482" N	93º 3' 43.332" W
17.4109481	-93.05949757	493680.8497	1925018.06	-17º -24' -39.413" N	93º 3' 34.191" W
17.40362026	-93.05745907	493897.1124	1924207.319	-17º -24' -13.033" N	93º 3' 26.853" W
17.39922249	-93.05796188	493843.5601	1923720.812	-17º -23' -57.201" N	93º 3' 28.663" W
17.39580256	-93.05897852	493735.4614	1923342.501	-17º -23' -44.889" N	93º 3' 32.323" W
17.39335951	-93.05796366	493843.1755	1923072.194	-17º -23' -36.094" N	93º 3' 28.669" W
17.38945174	-93.0543998	494221.601	1922639.77	-17º -23' -22.026" N	93º 3' 15.839" W
17.38603202	-93.05236217	494437.9374	1922261.388	-17º -23' -9.715" N	93º 3' 8.504" W
17.38261185	-93.05083605	494599.9456	1921882.974	-17º -22' -57.403" N	93º 3' 3.01" W
17.37919226	-93.04880095	494816.0276	1921504.611	-17º -22' -45.092" N	93º 2' 55.683" W
17.37479429	-93.0462523	495086.6458	1921018	-17º -22' -29.259" N	93º 2' 46.508" W
17.3708863	-93.04574086	495140.8726	1920585.65	-17º -22' -15.191" N	93º 2' 44.667" W
17.36453516	-93.04370373	495357.1203	1919882.979	-17º -21' -52.327" N	93º 2' 37.333" W
17.3611137	-93.04471822	495249.2569	1919504.491	-17º -21' -40.009" N	93º 2' 40.986" W
17.35573908	-93.04471707	495249.2415	1918909.902	-17º -21' -20.661" N	93º 2' 40.981" W
17.35183098	-93.04675508	495032.6169	1918477.605	-17º -21' -6.592" N	93º 2' 48.318" W
17.34792104	-93.04675511	495032.5081	1918045.053	-17º -20' -52.516" N	93º 2' 48.318" W
17.34352303	-93.04675629	495032.265	1917558.506	-17º -20' -36.683" N	93º 2' 48.323" W
17.3391266	-93.046755	495032.283	1917072.135	-17º -20' -20.856" N	93º 2' 48.318" W
17.33179741	-93.04674671	495032.9675	1916261.316	-17º -19' -54.471" N	93º 2' 48.288" W
17.32788954	-93.04420716	495302.7058	1915828.93	-17º -19' -40.402" N	93º 2' 39.146" W
17.32397961	-93.0436961	495356.9109	1915396.368	-17º -19' -26.327" N	93º 2' 37.306" W
17.32007135	-93.04165855	495573.325	1914963.954	-17º -19' -12.257" N	93º 2' 29.971" W
17.31372041	-93.04216864	495518.9678	1914261.371	-17º -18' -49.393" N	93º 2' 31.807" W
17.31029862	-93.04572433	495141.034	1913882.91	-17º -18' -37.075" N	93º 2' 44.608" W
17.30687691	-93.04826468	494870.985	1913504.438	-17º -18' -24.757" N	93º 2' 53.753" W
17.30541052	-93.05234058	494437.8013	1913342.327	-17º -18' -19.478" N	93º 3' 8.426" W
17.30150056	-93.05691673	493951.3691	1912909.912	-17º -18' -5.402" N	93º 3' 24.9" W
17.29905519	-93.06199804	493411.2826	1912639.551	-17º -17' -56.599" N	93º 3' 43.193" W
17.29368071	-93.06606586	492978.7791	1912045.126	-17º -17' -37.251" N	93º 3' 57.837" W
17.28830404	-93.0660664	492978.518	1911450.315	-17º -17' -17.895" N	93º 3' 57.839" W
17.28341976	-93.0630136	493302.7909	1910909.867	-17º -17' -0.311" N	93º 3' 46.849" W
17.28000225	-93.05639934	494005.6571	1910531.576	-17º -16' -48.008" N	93º 3' 23.038" W
17.27658243	-93.05233346	494437.6919	1910153.127	-17º -16' -35.697" N	93º 3' 8.4" W
17.27071949	-93.04928147	494761.91	1909504.436	-17º -16' -14.59" N	93º 2' 57.413" W
17.26485654	-93.05079772	494600.5781	1908855.871	-17º -15' -53.484" N	93º 3' 2.872" W
17.26192339	-93.05537738	494113.7007	1908531.517	-17º -15' -42.924" N	93º 3' 19.359" W
17.25850135	-93.05842756	493789.3697	1908153.04	-17º -15' -30.605" N	93º 3' 30.339" W
17.25557006	-93.06045683	493573.5637	1907828.824	-17º -15' -20.052" N	93º 3' 37.645" W
17.25166032	-93.06249541	493356.7271	1907396.367	-17º -15' -5.977" N	93º 3' 44.983" W
17.24726216	-93.06147201	493465.3598	1906909.773	-17º -14' -50.144" N	93º 3' 41.299" W
17.24579743	-93.06402031	493194.4154	1906747.821	-17º -14' -44.871" N	93º 3' 50.473" W
17.24188568	-93.06859191	492708.2842	1906315.241	-17º -14' -30.788" N	93º 4' 6.931" W
17.24019355	-93.07100882	492451.2843	1906128.136	-17º -14' -24.697" N	93º 4' 15.632" W



17.24012318	-93.07063671	492490.8387	1906120.337	-17º -14' -24.443" N	93º 4' 14.292" W
17.23635633	-93.07017014	492540.2878	1905703.602	-17º -14' -10.883" N	93º 4' 12.612" W
17.23436169	-93.07155898	492392.5598	1905482.993	-17º -14' -3.702" N	93º 4' 17.612" W
17.23236625	-93.07339745	492197.0276	1905262.316	-17º -13' -56.519" N	93º 4' 24.231" W
17.22970563	-93.07524369	492000.6369	1904968.052	-17º -13' -46.94" N	93º 4' 30.877" W
17.22682387	-93.07709007	491804.2162	1904649.328	-17º -13' -36.566" N	93º 4' 37.524" W
17.22460785	-93.07892854	491608.6608	1904404.254	-17º -13' -28.588" N	93º 4' 44.143" W
17.22150488	-93.07915788	491584.1377	1904060.991	-17º -13' -17.418" N	93º 4' 44.968" W
17.21751669	-93.07915741	491584.0066	1903619.787	-17º -13' -3.06" N	93º 4' 44.967" W
17.21397127	-93.07869282	491633.2428	1903227.546	-17º -12' -50.297" N	93º 4' 43.294" W
17.21109103	-93.0789289	491608.0121	1902908.922	-17º -12' -39.928" N	93º 4' 44.144" W
17.20931717	-93.08053842	491436.8008	1902712.755	-17º -12' -33.542" N	93º 4' 49.938" W
17.20805274	-93.08128642	491357.2114	1902572.909	-17º -12' -28.99" N	93º 4' 52.631" W
17.20724775	-93.0779376	491713.2395	1902483.708	-17º -12' -26.092" N	93º 4' 40.575" W
17.20530097	-93.07287176	492251.7871	1902268.131	-17º -12' -19.083" N	93º 4' 22.338" W
17.20465254	-93.06847731	492719.0091	1902196.227	-17º -12' -16.749" N	93º 4' 6.518" W
17.20433008	-93.06205178	493402.2059	1902160.324	-17º -12' -15.588" N	93º 3' 43.386" W
17.20498033	-93.0583356	493797.3588	1902232.136	-17º -12' -17.929" N	93º 3' 30.008" W
17.206607	-93.05495605	494156.7471	1902411.985	-17º -12' -23.785" N	93º 3' 17.842" W
17.20725748	-93.05157632	494516.1193	1902483.848	-17º -12' -26.127" N	93º 3' 5.675" W
17.20725753	-93.04751863	494947.5553	1902483.742	-17º -12' -26.127" N	93º 2' 51.067" W
17.20563427	-93.04515289	495199.052	1902304.105	-17º -12' -20.283" N	93º 2' 42.55" W
17.20400972	-93.04312385	495414.7525	1902124.337	-17º -12' -14.435" N	93º 2' 35.246" W
17.20238645	-93.03703486	496062.1446	1901944.625	-17º -12' -8.591" N	93º 2' 13.326" W
17.20043887	-93.03500582	496277.851	1901729.13	-17º -12' -1.58" N	93º 2' 6.021" W
17.19978888	-93.03027517	496780.8462	1901657.138	-17º -11' -59.24" N	93º 1' 48.991" W
17.19751506	-93.02351579	497499.5395	1901405.492	-17º -11' -51.054" N	93º 1' 24.657" W
17.19459354	-93.0187852	498002.5174	1901082.238	-17º -11' -40.537" N	93º 1' 7.627" W
17.19134355	-93.01506232	498398.3541	1900722.667	-17º -11' -28.837" N	93º 0' 54.224" W
17.18842185	-93.01168294	498757.6792	1900399.423	-17º -11' -18.319" N	93º 0' 42.059" W
17.1861461	-93.00898164	499044.9142	1900147.648	-17º -11' -10.126" N	93º 0' 32.334" W
17.18452304	-93.00627308	499332.9296	1899968.082	-17º -11' -4.283" N	93º 0' 22.583" W
17.18257393	-93.002221	499763.8201	1899752.449	-17º -10' -57.266" N	93º 0' 7.996" W
17.1809489	-92.99985629	500015.2825	1899572.675	-17º -10' -51.416" N	92º 59' 59.483" W
17.18127293	-92.99444615	500590.5985	1899608.53	-17º -10' -52.583" N	92º 59' 40.006" W
17.18354863	-92.99275353	500770.5826	1899860.29	-17º -11' -0.775" N	92º 59' 33.913" W
17.18549781	-92.98903718	501165.7642	1900075.94	-17º -11' -7.792" N	92º 59' 20.534" W
17.18744492	-92.98700822	501381.5055	1900291.357	-17º -11' -14.802" N	92º 59' 13.23" W
17.1880954	-92.98396271	501705.3487	1900363.341	-17º -11' -17.143" N	92º 59' 2.266" W
17.18744505	-92.97889847	502243.8699	1900291.447	-17º -11' -14.802" N	92º 58' 44.035" W
17.18841975	-92.97686717	502459.8599	1900399.3	-17º -11' -18.311" N	92º 58' 36.722" W
17.18744493	-92.97281734	502890.5185	1900291.514	-17º -11' -14.802" N	92º 58' 22.142" W
17.18844462	-92.97052783	503133.9617	1900402.143	-17º -11' -18.401" N	92º 58' 13.9" W
17.19108236	-92.97056664	503129.7904	1900693.947	-17º -11' -27.896" N	92º 58' 14.04" W
17.19756318	-92.96786567	503416.8781	1901410.947	-17º -11' -51.227" N	92º 58' 4.316" W
17.20533882	-92.96044974	504205.2464	1902271.29	-17º -12' -19.22" N	92º 57' 37.619" W
17.20987418	-92.9537049	504922.283	1902773.184	-17º -12' -35.547" N	92º 57' 13.338" W
17.21440992	-92.94898155	505424.3568	1903275.087	-17º -12' -51.876" N	92º 56' 56.334" W
17.22153716	-92.94561042	505782.5584	1904063.653	-17º -13' -17.534" N	92º 56' 44.198" W

17.22931317	-92.94290956	506069.4536	1904923.976	-17º -13' -45.527" N	92º 56' 34.474" W
17.23514353	-92.938858	506499.9828	1905569.107	-17º -14' -6.517" N	92º 56' 19.889" W
17.2357903	-92.93144191	507288.3596	1905640.921	-17º -14' -8.845" N	92º 55' 53.191" W
17.23827116	-92.9171126	508811.581	1905915.97	-17º -14' -17.776" N	92º 55' 1.605" W
17.23521402	-92.90668484	509920.2978	1905578.27	-17º -14' -6.77" N	92º 54' 24.065" W
17.23873102	-92.90499043	510100.2382	1905967.435	-17º -14' -19.432" N	92º 54' 17.966" W
17.24246007	-92.90499122	510099.9519	1906379.972	-17º -14' -32.856" N	92º 54' 17.968" W
17.24199424	-92.90595905	509997.0914	1906328.388	-17º -14' -31.179" N	92º 54' 21.453" W
17.24572297	-92.90692756	509893.934	1906740.839	-17º -14' -44.603" N	92º 54' 24.939" W
17.25131527	-92.90498288	510100.357	1907359.603	-17º -15' -4.735" N	92º 54' 17.938" W
17.25551124	-92.90595117	509997.2011	1907823.745	-17º -15' -19.84" N	92º 54' 21.424" W
17.25877266	-92.90595228	509996.9073	1908184.548	-17º -15' -31.582" N	92º 54' 21.428" W
17.26157059	-92.90643142	509945.8269	1908494.054	-17º -15' -41.654" N	92º 54' 23.153" W
17.2685627	-92.90885876	509687.4489	1909267.453	-17º -16' -6.826" N	92º 54' 31.892" W
17.27368911	-92.91030746	509533.2014	1909834.506	-17º -16' -25.281" N	92º 54' 37.107" W
17.28021399	-92.90788173	509790.6824	1910556.463	-17º -16' -48.77" N	92º 54' 28.374" W
17.28580596	-92.90447881	510152.0513	1911175.268	-17º -17' -8.901" N	92º 54' 16.124" W
17.2895326	-92.90398988	510203.8098	1911587.565	-17º -17' -22.317" N	92º 54' 14.364" W
17.29745751	-92.90592965	509997.2265	1912464.183	-17º -17' -50.847" N	92º 54' 21.347" W
17.29979006	-92.90981258	509584.4506	1912722.032	-17º -17' -59.244" N	92º 54' 35.325" W
17.30445326	-92.91320725	509223.4578	1913237.748	-17º -18' -16.032" N	92º 54' 47.546" W
17.30864919	-92.91660237	508862.4571	1913701.778	-17º -18' -31.137" N	92º 54' 59.769" W
17.31284324	-92.91611346	508914.2102	1914165.783	-17º -18' -46.236" N	92º 54' 58.008" W
17.31796995	-92.91465601	509068.8357	1914733.011	-17º -19' -4.692" N	92º 54' 52.762" W
17.32216381	-92.91513759	509017.457	1915196.949	-17º -19' -19.79" N	92º 54' 54.495" W
17.32758986	-92.91937314	508567.1367	1915797.032	-17º -19' -39.323" N	92º 55' 9.743" W
17.32775773	-92.91950105	508553.5373	1915815.598	-17º -19' -39.928" N	92º 55' 10.204" W
17.33009039	-92.92532393	507934.7178	1916073.408	-17º -19' -48.325" N	92º 55' 31.166" W
17.32869412	-92.93017485	507419.3388	1915918.746	-17º -19' -43.299" N	92º 55' 48.629" W
17.32869634	-92.9335789	507057.6385	1915918.864	-17º -19' -43.307" N	92º 56' 0.884" W
17.33242664	-92.93745351	506645.8027	1916331.404	-17º -19' -56.736" N	92º 56' 14.833" W
17.34128176	-92.94181782	506181.7816	1917310.889	-17º -20' -28.614" N	92º 56' 30.544" W
17.35013919	-92.94521415	505820.6472	1918290.67	-17º -21' -0.501" N	92º 56' 42.771" W
17.35060675	-92.95006542	505305.2173	1918342.255	-17º -21' -2.184" N	92º 57' 0.235" W
17.35107397	-92.9578337	504479.8769	1918393.745	-17º -21' -3.866" N	92º 57' 28.201" W
17.3520064	-92.96366058	503860.7922	1918496.772	-17º -21' -7.223" N	92º 57' 49.178" W
17.35340652	-92.96753649	503448.9795	1918651.592	-17º -21' -12.263" N	92º 58' 3.131" W
17.36226211	-92.96899556	503293.8069	1919631.251	-17º -21' -44.144" N	92º 58' 8.384" W
17.3687862	-92.96850591	503345.7077	1920353.013	-17º -22' -7.63" N	92º 58' 6.621" W
17.37165126	-92.96715599	503489.0586	1920669.996	-17º -22' -17.945" N	92º 58' 1.762" W
17.37391353	-92.96608128	503603.1827	1920920.288	-17º -22' -26.089" N	92º 57' 57.893" W
17.37577652	-92.95977044	504273.5399	1921126.519	-17º -22' -32.795" N	92º 57' 35.174" W
17.37903826	-92.95297383	504995.447	1921487.527	-17º -22' -44.538" N	92º 57' 10.706" W
17.38090131	-92.94860212	505459.7859	1921693.754	-17º -22' -51.245" N	92º 56' 54.968" W
17.38649187	-92.94326128	506026.9383	1922312.393	-17º -23' -11.371" N	92º 56' 35.741" W
17.38882238	-92.93986476	506387.6449	1922570.326	-17º -23' -19.761" N	92º 56' 23.513" W
17.39021809	-92.93403614	507006.7159	1922724.936	-17º -23' -24.785" N	92º 56' 2.53" W
17.38881641	-92.92384314	508089.4829	1922570.27	-17º -23' -19.739" N	92º 55' 25.835" W
17.38788208	-92.91704397	508811.7454	1922467.206	-17º -23' -16.375" N	92º 55' 1.358" W



17.39254119	-92.9155884	508966.1315	1922982.707	-17º -23' -33.148" N	92º 54' 56.118" W
17.39859869	-92.91412991	509120.7511	1923652.914	-17º -23' -54.955" N	92º 54' 50.868" W
17.40186013	-92.91170344	509378.3141	1924013.843	-17º -24' -6.696" N	92º 54' 42.132" W
17.4060541	-92.90781268	509791.3439	1924478.014	-17º -24' -21.795" N	92º 54' 28.126" W
17.40651785	-92.9024736	510358.3896	1924529.599	-17º -24' -23.464" N	92º 54' 8.905" W
17.40464846	-92.89373665	511286.4664	1924323.283	-17º -24' -16.734" N	92º 53' 37.452" W
17.40184871	-92.88888486	511801.9663	1924013.841	-17º -24' -6.655" N	92º 53' 19.985" W
17.40091407	-92.88160669	512575.0729	1923910.905	-17º -24' -3.291" N	92º 52' 53.784" W
17.4037048	-92.87335064	513451.7813	1924220.204	-17º -24' -13.337" N	92º 52' 24.062" W
17.40603148	-92.86849118	513967.7418	1924477.951	-17º -24' -21.713" N	92º 52' 6.568" W
17.40789503	-92.86508847	514329.0042	1924684.366	-17º -24' -28.422" N	92º 51' 54.318" W
17.41068909	-92.86217308	514638.4274	1924993.692	-17º -24' -38.481" N	92º 51' 43.823" W
17.41348324	-92.85925991	514947.6043	1925303.034	-17º -24' -48.54" N	92º 51' 33.336" W
17.41627713	-92.85683227	515205.2064	1925612.312	-17º -24' -58.598" N	92º 51' 24.596" W
17.41860382	-92.85149114	515772.266	1925870.146	-17º -25' -6.974" N	92º 51' 5.368" W
17.42279995	-92.85245435	515669.6102	1926334.284	-17º -25' -22.08" N	92º 51' 8.836" W
17.42652844	-92.85294186	515617.5193	1926746.727	-17º -25' -35.502" N	92º 51' 10.591" W
17.42978983	-92.85293471	515618.0013	1927107.536	-17º -25' -47.243" N	92º 51' 10.565" W
17.43631314	-92.84953226	515978.7663	1927829.491	-17º -26' -10.727" N	92º 50' 58.316" W
17.43864365	-92.84904233	516030.5899	1928087.356	-17º -26' -19.117" N	92º 50' 56.552" W
17.44376995	-92.849043	516030.0712	1928654.48	-17º -26' -37.572" N	92º 50' 56.555" W
17.44750094	-92.85291872	515618.1917	1929066.919	-17º -26' -51.003" N	92º 51' 10.507" W
17.45216377	-92.8548651	515411.1182	1929582.611	-17º -27' -7.79" N	92º 51' 17.514" W
17.45319415	-92.85499463	515397.2774	1929696.591	-17º -27' -11.499" N	92º 51' 17.981" W
17.45589258	-92.85534569	515359.7744	1929995.091	-17º -27' -21.213" N	92º 51' 19.244" W
17.45962142	-92.8548571	515411.3408	1930407.654	-17º -27' -34.637" N	92º 51' 17.486" W
17.46427887	-92.85291062	515617.6222	1930923.067	-17º -27' -51.404" N	92º 51' 10.478" W
17.46800733	-92.85144562	515772.8517	1931335.668	-17º -28' -4.826" N	92º 51' 5.204" W
17.47266709	-92.85047749	515875.24	1931851.26	-17º -28' -21.602" N	92º 51' 1.719" W
17.47779168	-92.84706798	516236.7839	1932418.483	-17º -28' -40.05" N	92º 50' 49.445" W
17.48244921	-92.8431846	516648.6598	1932934.083	-17º -28' -56.817" N	92º 50' 35.465" W
17.48850505	-92.84026207	516958.3756	1933604.303	-17º -29' -18.618" N	92º 50' 24.943" W
17.49456211	-92.83879694	517113.3535	1934274.53	-17º -29' -40.424" N	92º 50' 19.669" W
17.49707034	-92.83859908	517134.1233	1934552.035	-17º -29' -49.453" N	92º 50' 18.957" W
17.49695607	-92.8399182	516994.0974	1934539.276	-17º -29' -49.042" N	92º 50' 23.706" W
17.50914334	-92.84088692	516890.133	1935887.478	-17º -30' -32.916" N	92º 50' 27.193" W
17.52331001	-92.84677745	516263.5795	1937454.238	-17º -31' -23.916" N	92º 50' 48.399" W
17.53275496	-92.85365833	515532.4141	1938498.568	-17º -31' -57.918" N	92º 51' 13.17" W
17.53652955	-92.85168229	515741.8215	1938916.317	-17º -32' -11.506" N	92º 51' 6.056" W
17.53746974	-92.84577756	516368.4418	1939020.831	-17º -32' -14.891" N	92º 50' 44.799" W
17.53840971	-92.83987275	516995.0643	1939125.339	-17º -32' -18.275" N	92º 50' 23.542" W
17.54500906	-92.82904561	518143.5466	1939856.435	-17º -32' -42.033" N	92º 49' 44.564" W
17.54972589	-92.82510148	518561.6607	1940378.645	-17º -32' -59.013" N	92º 49' 30.365" W
17.54783152	-92.81919657	519188.5399	1940169.654	-17º -32' -52.193" N	92º 49' 9.108" W
17.55254631	-92.81329115	519814.7665	1940691.865	-17º -33' -9.167" N	92º 48' 47.848" W
17.55727239	-92.81918869	519188.3815	1941214.113	-17º -33' -26.181" N	92º 49' 9.079" W
17.56577891	-92.82902317	518143.8591	1942154.236	-17º -33' -56.804" N	92º 49' 44.483" W
17.576168	-92.83393741	517621.3598	1943303.135	-17º -34' -34.205" N	92º 50' 2.175" W
17.58561025	-92.83786517	517203.6798	1944347.388	-17º -35' -8.197" N	92º 50' 16.315" W



17.60071227	-92.83292975	517725.8922	1946018.608	-17° -36' -2.564" N	92° 49' 58.547" W
17.61203769	-92.82799286	518248.5525	1947272.031	-17° -36' -43.336" N	92° 49' 40.774" W
17.62336091	-92.82306475	518770.2155	1948525.226	-17° -37' -24.099" N	92° 49' 23.033" W
17.63469003	-92.82403371	518666.2565	1949778.497	-17° -38' -4.884" N	92° 49' 26.521" W
17.64507668	-92.82599384	518457.2705	1950927.405	-17° -38' -42.276" N	92° 49' 33.578" W
17.65640754	-92.82893974	518143.6557	1952180.682	-17° -39' -23.067" N	92° 49' 44.183" W
17.67057282	-92.83385321	517621.125	1953747.36	-17° -40' -14.062" N	92° 50' 1.872" W
17.68096157	-92.83876696	517099.0014	1954896.245	-17° -40' -51.462" N	92° 50' 19.561" W
17.69134867	-92.84072651	516890.2172	1956045.224	-17° -41' -28.855" N	92° 50' 26.615" W
17.70361961	-92.83972822	516994.9264	1957402.885	-17° -42' -13.031" N	92° 50' 23.022" W
17.71967124	-92.84168828	516785.5928	1959178.553	-17° -43' -10.816" N	92° 50' 30.078" W
17.7253414	-92.84857772	516054.6081	1959805.26	-17° -43' -31.229" N	92° 50' 54.88" W
17.72534731	-92.85744227	515114.7383	1959805.18	-17° -43' -31.25" N	92° 51' 26.792" W
17.73101569	-92.8613792	514696.8609	1960431.979	-17° -43' -51.656" N	92° 51' 40.965" W
17.74611906	-92.86038059	514801.4947	1962102.994	-17° -44' -46.029" N	92° 51' 37.37" W
17.75650402	-92.86234054	514592.8724	1963251.766	-17° -45' -23.414" N	92° 51' 44.426" W
17.76689131	-92.86332691	514487.4742	1964400.874	-17° -46' -0.809" N	92° 51' 47.977" W
17.77255201	-92.85937399	514906.0193	1965027.449	-17° -46' -21.187" N	92° 51' 33.746" W
17.78388088	-92.85936624	514905.9012	1966280.805	-17° -47' -1.971" N	92° 51' 33.718" W
17.79804405	-92.8632948	514488.3663	1967847.427	-17° -47' -52.959" N	92° 51' 47.861" W
17.80654435	-92.87117567	513652.4838	1968787.257	-17° -48' -23.56" N	92° 52' 16.232" W
17.81315496	-92.87412845	513339.0642	1969518.404	-17° -48' -47.358" N	92° 52' 26.862" W
17.82259398	-92.87215284	513547.7135	1970562.825	-17° -49' -21.338" N	92° 52' 19.75" W
17.82514414	-92.86986464	513789.9943	1970845.128	-17° -49' -30.519" N	92° 52' 11.513" W

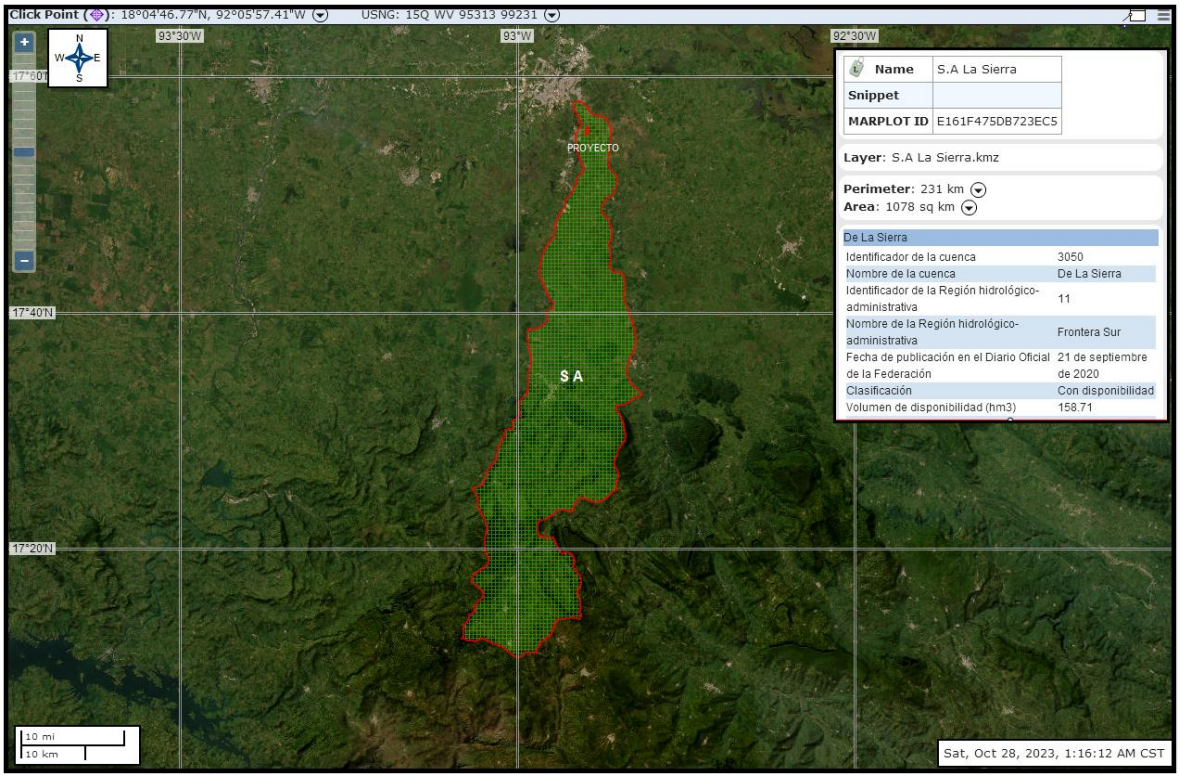


Fig. 22 Imagen. Sistema Ambiental,
Fuente: ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. DOF 21 de septiembre de 2020. http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cuencas.

Considerando la extensión de la cuenca y las dimensiones del proyecto, con el fin de visualizar las condiciones más cercanas que guarda esta con respecto proyecto, se delimito el Sistema Ambiental dentro de la Cuenta de la Sierra, resultado con una superficie de 14,087,040 m^2.

La cual fue delimitada considerando rasgos fisiográficos como la Carretera federal interior a Parrilla en el Oeste, Camino vecinal al este asi como sistemas lagunares o zonas bajas de la zona, siendo que, al sur y norte, se consideró una distancia aproximada de 2 kilómetros a los extremos para cerrarlo.

Tabla 15.- Coordenadas de ubicación del Sistema Ambiental Fuente: Google Earth Pro.

#	UTM		Grados, minutos y segundos	
	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud
1	508735.87 m E	1983866.29 m N	17°56'34.31"N	92°55'3.02"O
2	508615.39 m E	1983089.53 m N	17°56'9.04"N	92°55'7.13"O
3	508867.52 m E	1982552.93 m N	17°55'51.58"N	92°54'58.57"O
4	509465.42 m E	1981967.91 m N	17°55'32.53"N	92°54'38.25"O
5	509513.52 m E	1981838.91 m N	17°55'28.33"N	92°54'36.62"O

6	509500.55 m E	1981660.51 m N	17°55'22.53"N	92°54'37.06"O
7	509411.83 m E	1981464.89 m N	17°55'16.16"N	92°54'40.08"O
8	509364.42 m E	1981311.16 m N	17°55'11.16"N	92°54'41.69"O
9	509320.11 m E	1981205.34 m N	17°55'7.72"N	92°54'43.20"O
10	509042.30 m E	1980993.34 m N	17°55'0.83"N	92°54'52.65"O
11	508950.21 m E	1980592.19 m N	17°54'47.77"N	92°54'55.78"O
12	508835.64 m E	1980447.30 m N	17°54'43.06"N	92°54'59.68"O
13	508875.79 m E	1980035.74 m N	17°54'29.67"N	92°54'58.32"O
14	509890.28 m E	1980188.35 m N	17°54'34.62"N	92°54'23.84" O
15	510094.18 m E	1980133.61 m N	17°54'32.83"N	92°54'16.91"O
16	510002.38 m E	1979817.69 m N	17°54'22.56"N	92°54'20.04"O
17	511294.85 m E	1979841.88 m N	17°54'23.32"N	92°53'36.11"O
18	512299.97 m E	1980522.78 m N	17°54'45.46"N	92°53'1.93"O
19	513373.48 m E	1980961.99 m N	17°54'59.73"N	92°52'25.43"O
20	513034.59 m E	1981839.77 m N	17°55'28.29"N	92°52'36.93"O
21	512522.53 m E	1982304.28 m N	17°55'43.42"N	92°52'54.33"O
22	512953.20 m E	1983210.89 m N	17°56'12.91"N	92°52'39.67"O
23	512248.08 m E	1983226.97 m N	17°56'13.45"N	92°53'3.64"O
24	511334.70 m E	1983874.29 m N	17°56'34.53"N	92°53'34.67"O
25	510255.39 m E	1984010.64 m N	17°56'38.99"N	92°54'11.36"O
26	509624.67 m E	1983710.81 m N	17°56'29.24"N	92°54'32.81"O
	Sistema Ambiental 14,087,040 m²			

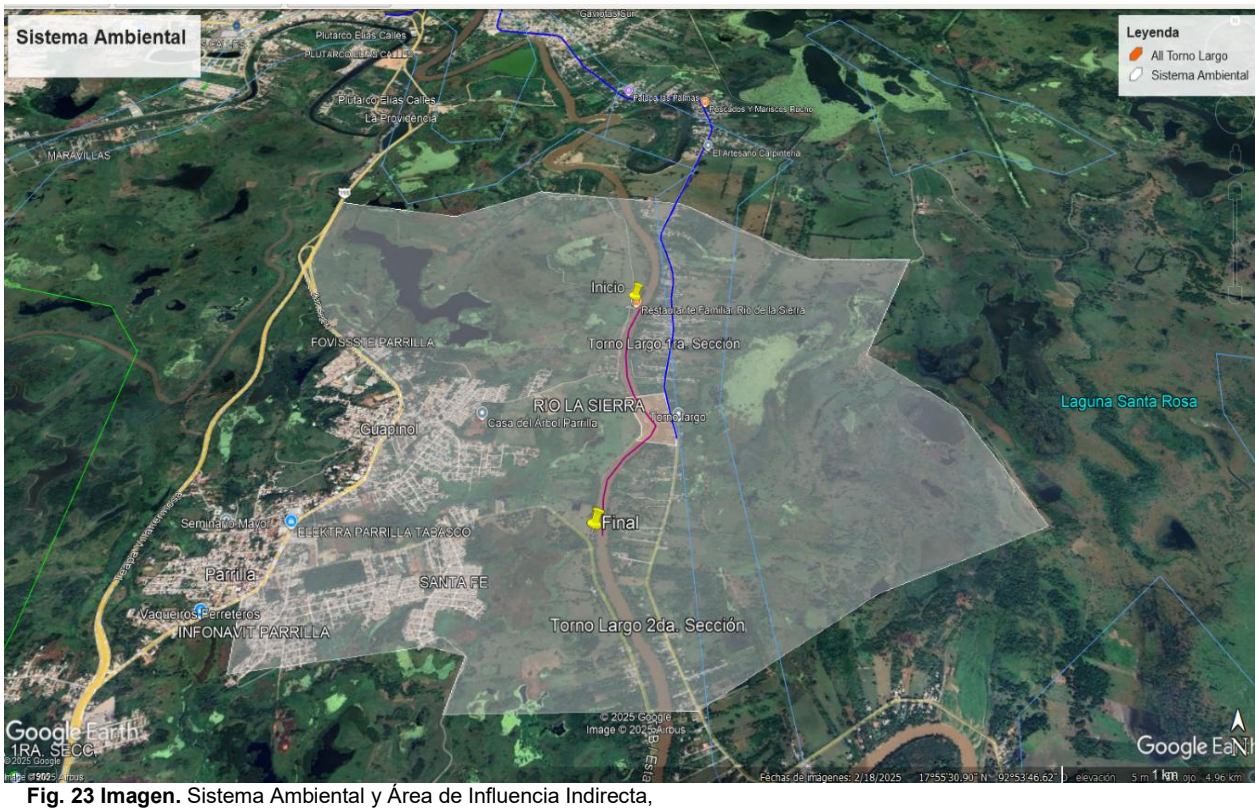


Fig. 23 Imagen. Sistema Ambiental y Área de Influencia Indirecta,

Tabla 16.- Porcentaje de representación del proyecto contra el Sistema Ambiental.

ID	Dimensiones (m^2)	% con respecto al S.A.
Sistema Ambiental	14,087,040	
Proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO	6,300.19	0.04
Proyecto con área de influencia	85,679	0.60

Es de hacer notar que tanto el Área del proyecto como su Área de influencia se ubican dentro del SA (La Sierra) y representan el 0.04% y 0.6% del sistema ambiental respectivamente.

En el **Anexo I,** se encuentra el KML y coordenadas en Excel de los polígonos del Sistema Ambiental y Área de Influencia Indirecta.

IV.3 Caracterización y análisis del (SA), donde se encuentra inmerso el proyecto (AI Y AP)

IV.3.1. Aspectos abióticos.
a). - Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen (García, 1973) y al Mapa de tipos de Clima del Estado de Tabasco INEGI (2012), el tipo de clima predominante en el SA es el tipo cálido húmedo con abundantes lluvias en verano Am (f).

Superficie estatal por tipo de clima Cuadro 1.6
(Porcentaje)

Tipo o subtipo	Símbolo	Total
		100.00
Cálido húmedo con lluvias todo el año	Af	19.64
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	Am	75.97
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A(w)	4.39

Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas Escala 1:1 000 000, serie I.*



Cabe destacar, que el clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano Am (f), lo comparte el municipio del centro con la mayor parte del territorio de la entidad, pues este tipo de clima cubre el 75.97% del Estado de Tabasco.

En el área del proyecto ubicado dentro del municipio de centro se encuentra un Clima de tipo Cálido – húmedo con abundantes lluvias en verano.

De acuerdo con datos del Sistema de Información Geográfica para la evaluación del Impacto Ambiental, el SA se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10,2% del total anual.

Precipitación pluvial

De acuerdo con CENAPRED – Atlas de riesgo. El **Sistema Ambiental** en promedio cuenta con 3 rangos de precipitaciones que van de entre 1500 A 1800 milímetros, 1800 a 2000 milímetros (mm), 2000 a 2500 milímetros (mm).

En cuanto al área del proyecto el promedio anual (A.I y AP) está en el rango de 2000 a 2500 milímetros (mm), ahora bien, el municipio del centro de acuerdo con los registros presentados por la comisión nacional del agua a través del anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017 nos indican las siguientes Cifras.

Precipitación total anual
(Milímetros)

Cuadro 1.6.3

Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación del año más seco	Precipitación del año más lluvioso
Villahermosa	De 1948 a 2015	1 926.1	1 143.9	3 090.6

Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.* Inédito.

(Fuente INEGI, 2017).

Dada las condiciones del proyecto la temperatura y la precipitación no representan un riesgo para ninguna de las etapas.

Vientos

- **Calidad del aire.**

De acuerdo con PROAIRE de Tabasco 2018-2027, la minería petrolera, conformada por la extracción de petróleo y gas, así como de la perforación de pozos petroleros



y gas, es la fuente que en mayor medida aporta a las emisiones a la atmósfera en esta región (SEMARNAT, 2018). La mayor contribución a la emisión a la atmósfera por fuentes fijas son el dióxido de azufre (46,676 Mg) y los óxidos de nitrógeno (43,590 Mg), asociados principalmente a las actividades petroleras, seguidos por la emisión de COV y PM10, asociadas a las fuentes de área urbanas y naturales, respectivamente. En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero el SERNAPAM/INE reporta que la emisión de CO2 para el sector del petróleo y gas en 2009, fue de 209 Gg, mientras que la emisión de metano fue de 2,245 Gg (SERNAPAM/INE, 2011).

Por otro lado, la ubicación del área en donde se pretende el proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO** No es ajena a las actividades antropogénicas de tipo industrial , servicios, y vías de comunicación pues a 20 m al norte se ubica la carretera Anacleto Canabal-Puente los monos y a 650 m al norte en línea recta la importante vía de comunicación denominada Carretera Federal 180 (Cárdenas Villahermosa) en la cual se observa además en ambos lados de la vía un importante número de instalaciones e infraestructuras del sector Hidrocarburos, industrial comercial y de servicios.

Este tipo de instalaciones dentro del S.A, es común, razón por la cual a nivel de municipio las mayores contribuciones al total estatal provienen de Cárdenas, Centro, Huimanguillo, Macuspana y Comalcalco, en el caso de las PM10, PM2.5, CO y COV; **Centro** y Macuspana en el caso del **SO2;** y Huimanguillo, Cunduacán, Cárdenas, **Centro** y Paraíso en el caso de los NOx.

En el Estado de Tabasco. El porcentaje de emisiones por tipo de contaminante se muestra en los siguientes cuadros, en donde se destacan los municipios en donde se generan la mayor cantidad, debido a la actividad que se realiza en la zona y que generan un impacto importante en su calidad del aire.

En este cuadro, se han colocado los principales municipios en donde se presenta la emisión de contaminantes en el Estado, posteriormente para cada municipio se enlistan las principales categorías generadoras del contaminante, colocando el porcentaje de contribución de dicha categoría por municipio.

En este cuadro, se han colocado los principales municipios en donde se presenta la emisión de contaminantes en el Estado, posteriormente para cada municipio se

enlistan las principales categorías generadoras del contaminante, colocando el porcentaje de contribución de dicha categoría por municipio.

Principales categorías emisoras de PM_{10} por municipio

En presente cuadro, se enlistan los municipios en los que se genera la mayor cantidad de PM_{10} (71%), proveniente principalmente por actividades de quema de combustibles en la industria y fuentes de área. De este cuadro se observa, que el municipio de Cárdenas emite el 31% de las partículas PM10 en el Estado de Tabasco, en donde la industria del alimento y bebidas contribuye con el 70%, seguido de la combustión doméstica con el 8%.

Municipio	Categoría	% de PM_{10}
Cárdenas	Alimentos y bebidas	70.4
	Combustión doméstica	8.2
	Caminos no pavimentados	5.8
	Quemas agrícolas	3.1
	Labranza agrícola	2.5
	Otras	10
Centro	Caminos no pavimentados	34.6
	Combustión doméstica	32.2
	Caminos pavimentados	11.5
	Quemas a cielo abierto	7.5
	Otras	14.2
Huimanguillo	Combustión doméstica	28.9
	Caminos no pavimentados	17.1
	Veh > 3 Ton y Tractocamiones	7.9
	Petróleo y petroquímica	7.9
	Quemas agrícolas	7.4
	Otras	30.8
Macuspana	Combustión doméstica	28.5
	Caminos no pavimentados	17.3
	Petróleo y petroquímica	14.6
	Cemento y cal	13.6
	Otras	26
Comalcalco	Combustión doméstica	41.4
	Caminos no pavimentados	23.9
	Quemas a cielo abierto	10.8
	Caminos pavimentados	7.9
	Otras	16

En segundo lugar, se encuentra **el municipio de Centro** con la emisión del 23% con respecto al total; las principales categorías de emisión son los caminos no pavimentados (35%), la combustión doméstica (32%) y los caminos pavimentados (11.5%). En general, en el Estado de Tabasco las fuentes de área son las que contribuyen en mayor porcentaje a la emisión de las PM_{10}

Principales categorías emisoras de $PM_{2.5}$ por municipio.

En presente cuadro, muestra los 5 municipios en los que se genera el 69% de las emisiones de PM2.5. Estas emisiones se generan por actividades antropogénicas como la quema de combustibles.

Municipio	Categoría	% de $PM_{2.5}$
Cárdenas	Alimentos y bebidas	67.9
	Combustión doméstica	13.3
	Quemas agrícolas	4.9
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	3.3
	Quemas a cielo abierto	3.3
	Otras	7.3
Centro	Combustión doméstica	57.3
	Quemas a cielo abierto	12.8
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	7.1
	Caminos no pavimentados	6.3
	Caminos pavimentados	5.1
	Otras	11.4
Huimanguillo	Combustión doméstica	40.5
	Petróleo y petroquímica	11.5
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	10.2
	Quemas agrícolas	10.0
	Quemas a cielo abierto	9.8
	Otras	18
Macuspana	Combustión doméstica	41.4
	Petróleo y petroquímica	22.0
	Cemento y cal	10.5
	Quemas a cielo abierto	9.6
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	4.3
	Otras	12.2
Comalcalco	Combustión doméstica	60.8
	Quemas a cielo abierto	15.1
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	4.9
	Combustión agrícola	4.6
	Caminos no pavimentados	3.6
	Otras	11

En los 12 municipios restantes se genera el 31% de este contaminante.

Las fuentes de área y fijas son la principal fuente de emisión de partículas PM2.5 en el Estado de Tabasco.

El municipio de Cárdenas emite el 30% de este contaminante, siendo la industria del alimento y bebida contribuye con el 68%,

seguido de la combustión doméstica con el 13%.

El municipio de Centro es la segunda categoría emisora con el 20%; las principales categorías de emisión en este municipio son la combustión doméstica (57%), la combustión doméstica (32%) y las quemas agrícolas (13%).

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018-2027.

Principales categorías emisoras de SO2 por municipio.

El SO2 es generado principalmente en el Estado, por la actividad industria del petróleo y petroquímica.

Como se muestra en el cuadro, e**n el municipio Centro es donde se emite el 53%** de este contaminante, siendo la industria del petróleo y petroquímica la que contribuye con el 98% SO2. Adicionalmente, el municipio de Macuspana emite el 40% del SO2, en donde nuevamente la industria del petróleo y petroquímica participa con el 76% de este contaminante.

Municipio	Categoría	% de SO_2
Centro	Petróleo y petroquímica	98.8
	Otras	1.2
Macuspana	Petróleo y petroquímica	75.9
	Cemento y cal	23.7
	Otras	0.4

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018-2027.

En cuanto a la emisión de los óxidos de nitrógeno (NOx) se da por una diversidad de fuentes, siendo la industria la que más contribuye. Como se muestra en el cuadro, el municipio de Huimanguillo es el principal emisor con el 23% del total estatal; siendo la industria del petróleo y petroquímica, la que participa con el 83% de este contaminante. Otro municipio importante en la emisión de los NOx es Cunduacán, ya que contribuye con prácticamente el 18% de este contaminante, donde la industria del petróleo y petroquímica emite el 88%. El municipio del centro se ubicó en el puesto número cuatro.

Principales categorías emisoras de NOx por municipio.

Municipio	Categoría	% de NOx
Huimanguillo	Petróleo y petroquímica	82.6
	Combustión agrícola	5.7
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	3.5
	Camionetas y Pick up	2.5
	Otras	5.7
Cunduacán	Petróleo y petroquímica	88.0
	Combustión agrícola	4.0
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	2.4
	Otras	5.6
Cárdenas	Petróleo y petroquímica	59.7
	Combustión agrícola	10.2
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	7.3
	Alimentos y bebidas	6.4
	Otras	16.4
Centro	Camionetas y Pick up	26.3
	Autos particulares y taxis	22.9
	Petróleo y petroquímica	20.2
	Veh > 3 Ton y Tracto camiones	11.6
	Otras	19
Paraíso	Petróleo y petroquímica	45.9
	Embarcaciones marinas	37.9
	Camionetas y Pick up	5.0
	Otras	11.2

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado Por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018- 2027.

Tan sólo en estos 5 municipios, se genera el 78% de las emisiones de NOx, proveniente, principalmente actividades industriales y agrícolas.

Principales categorías emisoras de COV por municipio.

En 5 municipios se genera el 65% de las emisiones de COV, proveniente principalmente de las fuentes de área.

De este cuadro **destaca, que el municipio de Centro se constituye como el principal emisor de los COV con el 31% de la emisión total estatal;** en donde la categoría de la combustión doméstica participó con el 57%, seguida por el uso comercial y doméstico de solventes (12%).

Otro municipio importante en la emisión de los COV es Cárdenas, ya que allí se emite el 11% de este contaminante a nivel estatal; las categorías que más contribuyen son la combustión doméstica, con el 56% y el uso comercial y doméstico de solventes, con el 13%.

Municipio	Categoría	% de COV
Centro	Combustión doméstica	56.9
	Uso comercial y doméstico de solventes	11.8
	Autos particulares y taxis	5.8
	Camionetas y Pick up	5.7
	Panificación	4.4
	Otras	15.4
Cárdenas	Combustión doméstica	56.3
	Uso comercial y doméstico de solventes	12.8
	Panificación	6.7
	Manejo y distribución de GLP	4.3
	Camionetas y Pick up	3.6
	Otras	16.3
Huimanguillo	Combustión doméstica	55.4
	Uso comercial y doméstico de solventes	12.5
	Petróleo y petroquímica	8.0
	Panificación	4.5
	Camionetas y Pick up	4.4
	Otras	15.2
Comalcalco	Combustión doméstica	58.5
	Uso comercial y doméstico de solventes	13.5
	Panificación	6.5
	Manejo y distribución de GLP	4.6
	Camionetas y Pick up	4.3
	Otras	12.6
Macuspana	Combustión doméstica	60.4
	Uso comercial y doméstico de solventes	13.0
	Panificación	4.9
	Manejo y distribución de GLP	4.5
	Autos particulares y taxis	4.5
	Otras	12.7

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018-2027.

Principales categorías emisoras de CO por municipio.

En el cuadro se enlistan los municipios en los cuales se genera la mayor cantidad de CO, tan sólo en 5 municipios se produce el 66% de este contaminante.

El municipio de Centro contribuye con el 33% a través de las camionetas y pick up (30%), autos particulares (29%) y la combustión doméstica (26%).

Otro municipio importante que genera CO, es Cárdenas (10%, respecto a todo el Estado), 29% de sus emisiones provienen de la combustión doméstica, el 22% de las camionetas y pick up, y el 17% de los autos particulares y taxis.

Municipio	Categoría	% de CO
Centro	Camionetas y Pick up	30.3
	Autos particulares y taxis	28.8
	Combustión doméstica	25.9
	Motocicletas	5.3
	Veh < 3 Ton	4.6
	Otras	5.1
Cárdenas	Combustión doméstica	29.4
	Camionetas y Pick up	21.8
	Autos particulares y taxis	16.6
	Quemas agrícolas	7.3
	Motocicletas	5.8
	Otras	19.1
Huimanguillo	Combustión doméstica	27.5
	Camionetas y Pick up	22.9
	Petróleo y petroquímica	15.5
	Autos particulares y taxis	12.9
	Motocicletas	5.9
	Otras	15.3
Macuspana	Combustión doméstica	26.1
	Autos particulares y taxis	20.5
	Camionetas y Pick up	20.2
	Cemento y cal	16.0
	Petróleo y petroquímica	5.2
	Otras	12
Comalcalco	Combustión doméstica	31.8
	Camionetas y Pick up	25.6
	Autos particulares y taxis	21.6
	Motocicletas	11.7
	Veh < 3 Ton	3.1
	Otras	6.2

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018-2027.

Principales categorías emisoras de NH3 por municipio.

En el cuadro se enlistan los municipios en donde se genera la mayor cantidad de NH3 en el Estado.

Tan sólo en estos 5 municipios se genera el 56% de NH3 La generación de NH3, provienen en su gran mayoría en el Estado por las actividades agropecuarias (emisiones ganaderas y la aplicación de fertilizantes).

Municipio	Categoría	% de NH_3
Huimanguillo	Emisiones ganaderas	66.8
	Aplicación de fertilizantes	22.8
	Emisiones domésticas NH_3	8.6
	Quemas agrícolas	0.7
	Petróleo y petroquímica	0.7
	Otras	0.4
Cárdenas	Emisiones ganaderas	63.2
	Aplicación de fertilizantes	20.0
	Emisiones domésticas NH_3	13.1
	Quemas agrícolas	1.9
	Alimentos y bebidas	0.7
	Otras	1.1
Centro	Emisiones ganaderas	56.2
	Emisiones domésticas NH_3	35.3
	Alimentos y bebidas	2.0
	Petróleo y petroquímica	1.9
	Autos particulares y taxis	1.5
	Otras	3.1
Balancán	Emisiones ganaderas	85.7
	Aplicación de fertilizantes	8.6
	Emisiones domésticas NH_3	4.5
	Otras	1.2
Macuspana	Emisiones ganaderas	80.6
	Emisiones domésticas NH_3	17.2
	Aplicación de fertilizantes	1.1
	Otras	1.1

Fuente: Inventario de Emisiones del Estado de Tabasco 2016, elaborado por LT Consulting para el Proaire Tabasco 2018-2027.



De manera general De acuerdo con PROAIRE de Tabasco 2018-2027, emitió un Inventario de emisiones desagregado por categoría de emisión para el Estado de Tabasco. En el cual la utilización de maquinaria de la construcción se ubica en los últimos lugares en cuanto a generación de contaminantes específicamente en el lugar 54.

Fuente/categoría de emisión	Emisión en Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Total	93,710.90	28,645.06	48,164.55	196,926.34	137,027.21	364,445.58	13,699.98
Fuentes fijas	9,001.7	5,379.5	46,676.2	11,106.1	43,590.4	1,651.6	103.4
Alimentos y bebidas	7,833.6	4,488.7	396.3	678.4	881.1	228.1	39.9
Cemento y cal	246.9	126.2	4,478.7	2,323.3	1,110.1	3.1	1.0
Derivados del petróleo y carbón	2.2	0.1	1.1	1.3	4.3	0.1	0.1
Manejo de desechos y remediación	1.7	0.4	10.6	8.4	33.8	11.1	2.4
Mezclas químicas	0.6	0.4	NS	NS	0.1	NS	0.9
Minerales no metálicos	52.4	27.3	11.4	2.8	9.0	0.9	0.2
Petróleo y petroquímica	852.3	724.5	41,776.4	7,963.2	41,202.6	1,399.7	54.0
Química	11.5	11.5	0.9	127.4	342.9	8.3	4.9
Tratamiento de residuos peligrosos	0.4	0.4	0.8	1.4	6.4	0.3	0.1
Locomotoras	15.5	13.9	5.5	61.8	623.7	24.2	NE
Maquinaria agrícola	166.7	161.7	12.0	658.3	935.6	157.3	0.1
Maquinaria de la construcción	63.2	61.3	7.4	273.0	559.5	54.9	0.1
Naturales	62,226.8	9,334.0	NA	NA	63,029.8	277,300.7	NA
Erosivas	62,226.8	9,334.0	NA	NA	NA	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	63,029.8	277,300.7	NA

NA_ no aplica;
NS_ no significativo;
NE_ no estimado (por falta de factores de emisión).

Así entonces en base al Inventario de emisiones por municipio del Estado de Tabasco.

Municipio	Emisión en Mg/año						
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV	NH_3
Total	93,710.9	28,645.1	48,164.5	196,926.3	137,027.2	364,445.6	13,700.0
Balancán	1,021.1	539.0	50.2	4,620.6	11,434.7	43,968.2	1,299.5
Cárdenas	27,479.2	8,504.3	383.0	20,166.6	17,268.7	28,167.1	1,569.8
Centla	4,292.8	1,390.1	101.4	10,443.3	4,124.6	24,226.4	669.2
Centro	8,225.7	4,058.4	25,641.7	65,703.1	14,181.3	40,437.6	1,455.2
Comalcalco	6,814.6	1,773.8	91.5	14,116.9	4,956.1	13,420.3	703.5
Cunduacán	7,345.9	1,777.4	380.8	10,990.2	15,415.4	10,116.0	594.6
Emiliano Zapata	306.0	190.2	12.7	2,197.2	1,803.4	9,424.8	310.7
Huimanguillo	18,616.2	3,873.7	1,769.5	15,446.6	28,323.6	56,417.9	2,204.4
Jalapa	956.7	364.9	31.5	3,778.1	3,238.8	6,517.6	528.3
Jalpa de Méndez	2,190.0	635.3	38.8	5,538.0	2,137.5	5,802.1	403.4
Jonuta	269.8	190.9	27.7	1,513.5	2,988.3	17,511.2	565.8
Macuspana	1,817.2	1,204.8	18,877.4	14,509.1	10,988.3	27,076.4	1,140.1
Nacajuca	988.9	622.3	40.0	8,036.4	2,097.4	8,248.9	494.5
Paraíso	4,076.1	1,077.4	437.5	9,423.1	7,370.7	6,009.2	262.1
Tacotalpa	1,405.6	420.4	32.0	2,472.5	2,863.7	16,880.1	469.4
Teapa	3,629.4	771.9	19.8	3,637.4	2,000.8	8,202.0	261.2
Tenosique	4,275.8	1,250.3	229.0	4,333.7	5,834.1	42,019.8	768.2



De igual manera la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático, a través del Departamento de Monitoreo Ambiental, implementa el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA). Conjunto organizado de recursos humanos, técnicos y administrativos empleados para el manejo de un conjunto de estaciones de monitoreo y/o muestreo que miden la calidad del aire en una zona o región. La medición de la calidad del aire, se realiza mediante:

01 Estación automática (ubicada en el ITVH) Instituto tecnológico de Villahermosa.
11 Estaciones manuales (que conforman la RED Multi-Institucional de Muestreo).

Objetivo: Monitorear los niveles de inmisión de contaminantes criterio importante para la salud y bienestar humano conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, como son:

Gases Criterio:

•Ozono (O_3),
•Monóxido de carbono (CO)
•Dióxido de azufre (SO_2)
•Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Material Particulado:

•Partículas PM_{10} (iguales o menores a 10 micras)

Con los registros generados: Se genera Información para la definición de acciones y/o políticas ambientales.

La Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático coordina y opera la "Red Multi-Institucional de muestreo de partículas fracción respirables PM_{10} en el estado de Tabasco", en colaboración con las siguientes instituciones de educación superior: Instituto Tecnológico Superior de La Venta (ITSLV), Universidad Politécnica del Golfo de México (UPGM), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT- DACBIOL-DAIA), Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCe), Universidad Politécnica del Centro (UPC), Instituto Tecnológico Superior de los Ríos (ITSR), Instituto Tecnológico Superior de Macuspana (ITSM) e Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco (ITSC); que tiene como objetivo el monitoreo de los niveles de inmisión de partículas menores a 10 micras (PM_{10}) en ocho municipios del estado

de Tabasco (Balancan, **Centro**, Centla, Cunduacán, Comalcalco, Huimanguillo, Macuspana y Paraíso) conforme a las Normas Oficiales Mexicanas.

Las concentraciones registradas en las estaciones de la Red de PM_{10}, se pueden observar en la siguiente tabla, en comparación con el límite máximo permisible (LMP) establecido en las NOM-025-SSA1-2014 "Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación" y en referencia al Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Tabla de Concentraciones.

Fecha	Estación	Contaminante	Concentraciones	LMP NOM[1]	Calidad del Aire[2]
01/03/2023	DAIA	PM_{10}	31	75 µg/m3 (24 hrs.)	39
	ITSCO		55		71
07/03/2023	DAIA		30		38
	ITSCO		43		54

[1]Límites máximos permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas.
[2]Calidad del Aire con base en la concentración del contaminante

Tabla. Recomendaciones asociadas a la categoria de calidad del aire y riesgo a la salud

Calidad del aire	Nivel de riesgo asociado	Recomendaciones	
		Para grupos sensibles	Para toda la población
Buena	Bajo	Disfruta las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre	Disfruta las actividades al aire libre
Mala	Alto	Evita las actividades físicas (tanto moderadas como vigorosas) al aire libre	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre
Muy Mala	Muy Alto	No realices actividades al aire libre. Acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios	Evita las actividades físicas moderadas y vigorosas al aire libre.
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	Permanece en espacios interiores. Acudir al médico si se presentan síntomas respiratorios o cardiacos	

Fuente consultada. Secretaria de Bienestar Sustentabilidad y Cambio Climático
https://tabasco.gob.mx/sistema-estatal-de-informacion-ambiental-y-cambio-climatico

Para la estación de muestreo DAIA la calidad del aire fue BUENA Y EN ITSCO ACEPTABLE. En la categoría BUENA, la calidad del aire es adecuada y existe poco o ningún riesgo para la salud. Se puede realizar cualquier actividad al aire libre. En la categoría de Aceptable fue para los días 1 y 7, Disfruta de las actividades al aire libre

Una de las ventajas del sitio donde se pretende el proyecto, son los vientos dominantes, cuya función será la de dispersan cualquier tipo de emisión u olor que pudiera generarse por las actividades que se pretende. No esperándose afectaciones a las poblaciones ubicadas al Este u Oeste del área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

- **Aire (Dirección del viento).**

La CONAGUA a través del Servicio Meteorológico Nacional, (Sistema de Información y Visualización de Estaciones Automáticas) mantiene un programa de monitoreo continuo de las variables meteorológicas en toda la república, por lo que se dispone de registros históricos para conocer las normales climáticas y las condiciones meteorológicas cada 30 minutos. A partir de la información histórica disponible en la estación Villahermosa, Organismo: SMN-ESMA Estado: Tabasco Municipio: Centro Latitud: 17.98083, Longitud: -92.92138. A partir de los resultados se ha determinado la gráfica de vientos promedio representativa a 06 m de altura.

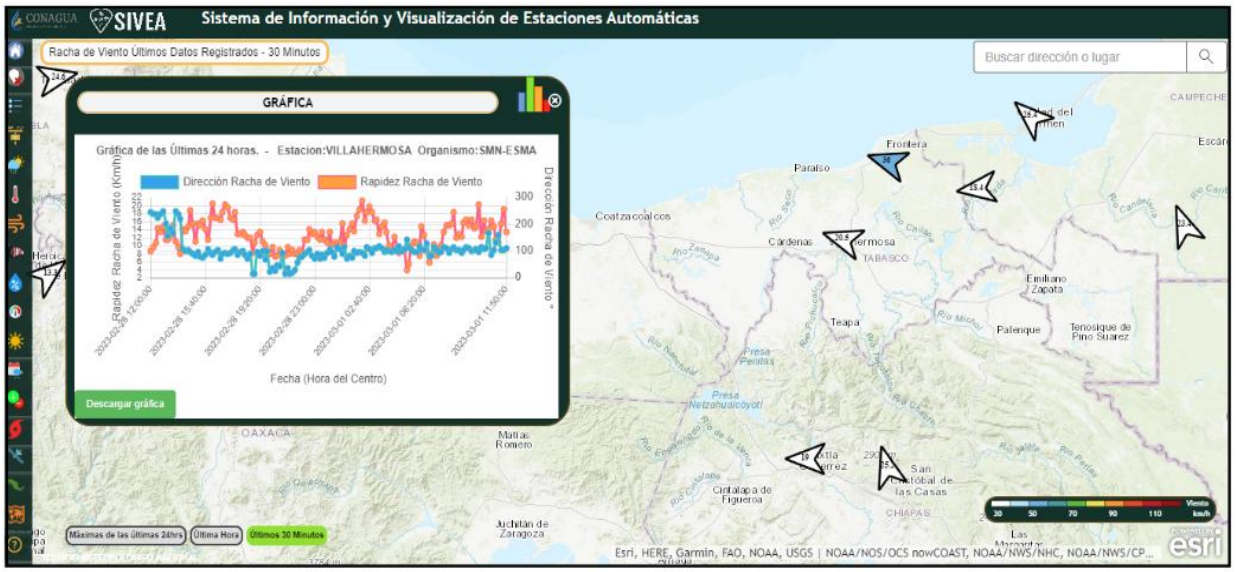
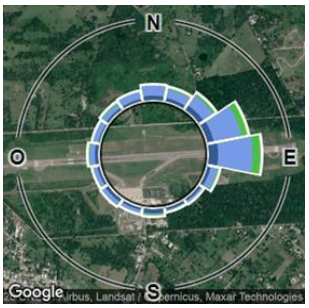


Fig. 24. Fuente La CONAGUA a través del Servicio Meteorológico Nacional, (Sistema de Información y Visualización de Estaciones Automáticas)

Del análisis de esta información se encontró que los vientos locales están controlados principalmente por los vientos del norte, provocando la variación de la dirección del viento a lo largo del día. Los vientos reinantes, más frecuentes, provienen del Noreste (NE), mientras que los vientos dominantes (más intensos) son del Este a Suroeste (ESE). Otros eventos meteorológicos de escala sinóptica, como nortes y suradas, afectan la dirección e intensidad del viento normal, sin

embargo, su frecuencia en el año es relativamente baja. Básicamente se identificaron tres temporadas del año en la región con distinto patrón de dispersión, que son: estación de estiaje (abril a julio), estación de lluvias (agosto a noviembre) y estación seca a fría (diciembre a febrero).

Adicionalmente se consultó las estadísticas del viento mediante las observaciones de la estación meteorológica en Villahermosa Aeropuerto Carlos Rovirosa Pérez. Datos disponibles y aplicables a la localidad en la zona. El viento es otro factor causante de intemperismos ya que puede ser problemático cuando encuentra suelos sin vegetación, lo cual constituye una de las fuentes de acarreo de material, Los vientos dominantes durante el año provienen fundamentalmente del Noreste, soplando un 45% de esta dirección, del Este provienen vientos en un 35% del año, y los restantes son del sureste principalmente.



Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 01/2012 - 05/2023 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local.

Fig. 25. Fuente: Estadísticas mensuales de la velocidad del viento y direcciones para Aeropuerto Internacional de Villahermosa. https://es.windfinder.com/windstatistics/villahermosa_aeropuerto

Para los registros climatológicos del sitio de estudio, Las estadísticas del viento se basan en observaciones reales de la estación meteorológica en Villahermosa Aeropuerto. Únicos datos disponibles y aplicables a la localidad en la zona. Los vientos dominantes durante el año provienen fundamentalmente del Noreste, soplando un 45% de esta dirección, del Este provienen vientos en un 35% del año, y los restantes son del sureste principalmente.

Por lo anterior los vientos representan un riesgo **bajo** para las operaciones del proyecto y considerando la dirección predominante no se esperan afectaciones mayores a las poblaciones cercanas durante los trabajos de preparación del sitio y construcción. Para la etapa de operación se espera Nulo efecto ya que las obras permanecerán inertes en el sitio evitando la erosión de la margen del rio Samaria.

Intemperismos



Por su ubicación geográfica, el municipio de Centro es vulnerable a desastres de origen atmosférico. Climatológicamente, las tormentas tropicales son los que representan el mayor riesgo para la zona, toda vez que estos fenómenos atmosféricos, de gran envergadura regional, están asociados a vientos violentos y precipitaciones muy abundantes en periodos breves.

Debido a las características climáticas que prevalecen en el área, una de las formas de intemperismos, que se presenta es la precipitación pluvial y las corrientes de tipo fluvial que prevalece en la zona, la cual erosionan y deslavan las márgenes de los cuerpos de agua y trae como consecuencia, la formación de nuevos suelos y asolvamientos de los ríos.

Fenómenos climatológicos diversos.
Granizo

El Promedio de día con Granizado al año en el SA, AI y AP, es nulo. Por lo que este fenómeno natural no representa riesgo para la ejecución del proyecto.

Heladas

El Promedio de días con Heladas al año en el SA, AI y AP: es de 0 días Por lo que este fenómeno natural no representa riesgo para la ejecución del proyecto.

Ciclones tropicales

De los ciclones tropicales que han tocado costas del Golfo de México, 46% ha afectado la península de Yucatán, 34% a Tamaulipas, 16% a Veracruz-Llave y 4% a Tabasco; por lo anterior, se concluye que este último estado es el menos afectado por la fuerza destructiva de esos meteoros, pues solamente repercuten en depresiones tropicales con lluvias intensas. Se forman de 5 a 10 ciclones al año, durante el periodo de junio a octubre. De acuerdo al sistema de información, (Atlas de Riesgo) para el estado de Tabasco, el predio se encuentra en una zona con baja vulnerabilidad.

- **Pronósticos de Actividad Ciclónica**

Los huracanes son fenómenos meteorológicos que, de acuerdo con la reseña histórica, causan un impacto en el incremento en los registros de caída de agua; pero estos normalmente no llegan a tocar suelo tabasqueño, por lo que sus efectos son mínimos comparándolos con otros estados situados al margen del Golfo de México e incluso del centro del país.

De acuerdo con la información emitida por la Comisión Nacional del Agua para la temporada de lluvias y ciclones tropicales del año 2022. Se pronosticaron:



Fig. 26. Ciclones tropicales.

En ninguno de los casos el área donde se pretende el proyecto fue afectado por estos eventos.

En cuanto a ciclones tropicales, depresiones o tormentas tropicales que han transitado por el sistema ambiental (La Sierra) en el periodo histórico (1851-2021) se tienen los siguientes.

Solo 6 fenómenos han transitado por el S.A (La Sierra), ninguno de ellos por el área del proyecto (AP) o su área de Influencia (AI).

NOMBRE	CLASIFICACION	FECHA
S_N	Depresión Tropical	21/junio/1902 06:00 pm.
S_N	Tormenta Tropical	04/nov/1898 12:00 p.m.
ABBY	Depresión Tropical	16/jul/1960 12:00 p.m.
S_N	Tormenta Tropical	29/sep./1941 06:00 p.m.
HARVEY	Depresión Tropical	21/agosto/2011, 12:00 a.m.
EARL	Tormenta tropical	05/Agosto/2016, 6;00 am



Fuente: CENAPRED–Atlas de riesgo (ciclones tropicales, depresiones o tormentas tropicales).

Susceptibilidad de Inundaciones

El 31 de octubre de 2007 debido a las fuertes lluvias que desde hace mucho no caían en el Estado y el desfogue de las presas consecuencia de las torrenciales lluvias subió por sobre niveles históricos la corriente del río la Sierra y unos días después el río Grijalva, el cual no es controlado por ninguna presa, desbordó debido a los escurrimientos, producto de las lluvias en la sierra chiapaneca, el desbordamiento del río Grijalva y en menor grado el Carrizal dejaron bajo el agua a un 70% del territorio del estado, siendo las mayores afectaciones en la capital, Villahermosa, que se encontraba inundada con sus casi 1,000,000 habitantes.

Esta misma situación se presentó 13 años después razón por la cual el gobierno federal emitió la declaratoria de Emergencia por la presencia de inundación fluvial el día 29 de octubre de 2020, para 1 municipio del Estado de Tabasco e inundación pluvial el día 29 de octubre de 2020, para 7 municipios de dicha entidad federativa.

En donde se señala que el 1 de noviembre de 2020 se emitió el Boletín de Prensa número BDE-137-2020, mediante el cual se dio a conocer que la CNPC emite una Declaratoria de Emergencia por la presencia de inundación fluvial el día 29 de octubre de 2020, para el municipio de Jalapa del Estado de Tabasco e *inundación pluvial el día 29 de octubre de 2020 para los municipios de Cárdenas,* ***Centro,*** *Comalcalco, Cunduacán, Jalpa de Méndez, Macuspana y Nacajuca* de dicha Entidad Federativa; con lo que se activan los recursos del Fondo para la Atención de Emergencias FONDEN, y a partir de esa Declaratoria las autoridades contarán con recursos para atender las necesidades alimenticias, de abrigo y de salud de la población afectada.

Dado lo anterior de acuerdo al análisis espacial en el Atlas de Riesgo Nacional y Estatal el sistema ambiental el (Peligro de Exposición a inundación) al tratarse de una cuenca o Subcuenca hidrológica, presenta un peligro bajo al inicio de la cuenca y este va creciendo a un Peligro muy alto a medida que escurre sus aguas por la planicie tabasqueña hasta llegar al mar.

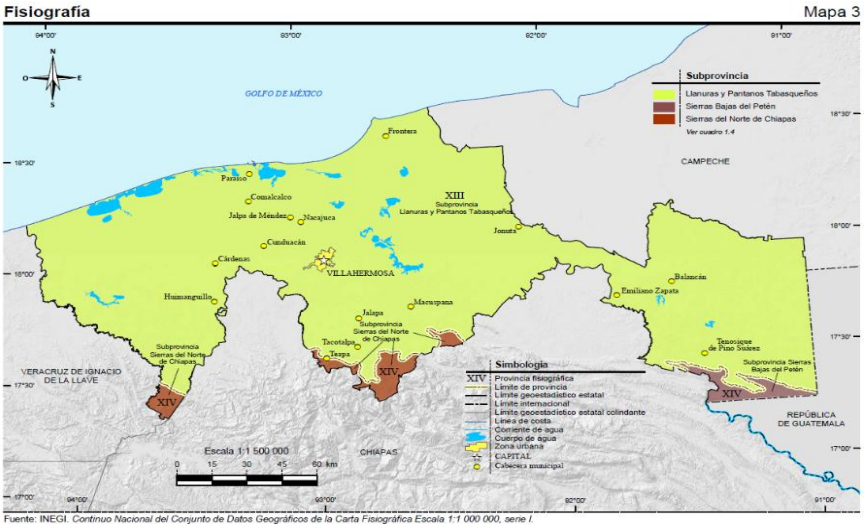
En cuanto al área del proyecto y su área de influencia, de acuerdo al sistema de información SIGEIA y Atlas de riesgo, se tiene que dado que se encuentra en la

margen de un cuerpo de agua y a su amplia red hidrológica presenta una Vulnerabilidad por inundación Alta.

En cuanto a Susceptibilidad de inundaciones (IPCET 2019**)** el área del proyecto como su área de influencia se ubica en una zona de susceptibilidad alta y muy alta.

b.- Geología y geomorfología

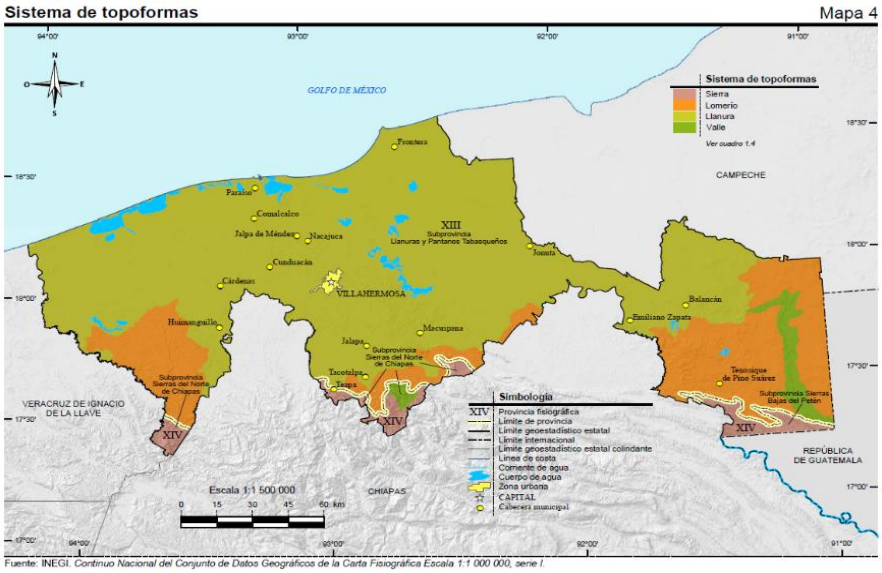
El Sistema ambiental se ubica dentro del Estado de Tabasco el cual, está en la porción suroriental de la República Mexicana; su extensión territorial es de 24,730.9 km^2. Colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al sur con Chiapas y la república de Guatemala; al oeste con el estado de Veracruz, mientras que, al este, con el estado de Campeche y la república de Guatemala. La superficie estatal forma parte de las provincias: Llanura Costera del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala.



Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica Escala 1:1 000 000, serie I.*

Fig. 26. Subprovincia Llanura del Golfo Sur y Sierras de Chiapas.

Esta provincia ha sido configurada a partir de la era Cenozoico por rocas del Cuaternario y Terciario. La altitud de los elementos topográficos es variable con lomeríos suaves de 10 a 50 msnm y pendientes de 0 a 2% presentándose un sistema de topoformas de tipo llanura.



Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica Escala 1:1 000 000, serie I.*

Fig. 27. Sistema de topoformas.

El área del proyecto y su área de influencia se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur, la información se muestra la tabla siguiente:

Provincia		Subprovincia		Sistema de topoformas		% de la superficie Municipal
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	
XIII	Llanura costera del Golfo sur	76	Llanuras Y Pantanos Tabasqueños	P-3	Barra inundable	7.94
				500	Llanura	73.89
				508	Llanura con dunas	18.17

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de **centro**.

Geología del Municipio de Centro (AI Y AP)

Era Clave Nombre	Periodo Clave Nombre	Roca o suelo	Unidad litológica		Porcentaje de la superficie Municipal
			Clave	Nombre	
C Cenozoico	Q Cuaternario	Suelo	al	Aluvial	42.62
			pa	Palustre	31.92
			la	Lacustre	0.97
	T Terciario	Sedimentaria	ar	Arenisca	23.73
			lu-ar	Lutita-arenisca	0.76

Fuente: INEGI. Cuaderno Estadístico Municipal de **Centro**.

La geomorfología del área del proyecto y área de influencia de acuerdo a la información del Servicio geológico mexicano. Indican que su número de clave Qhoal, Se encontró que el periodo geológico corresponde al Cuaternario, Era Cenozoico, y su litología es Aluvial. Si bien el AP y AI la composición es de rocas sedimentarias, en el SA existen también rocas de composición aluvial, lacustre, litoral y palustre.

Edafología
Suelos dominantes en el SA, AI y AP.

En el SA los suelos están conformados por: Gleysol, Regosol, Solonchak, y Fluvisol.

En contraste los suelos que se localizan en el municipio de centro son el Gleysol, cubriendo más del 60% del total de su superficie; el 40.0 % es del tipo Fluvisol.

A continuación, se presenta la descripción y características de los tipos de suelo reportados para el municipio de paraíso:

Gleysoles. Son suelos muy escasamente drenados, desarrollados y profundos (menor a 1 m), formados por depósitos de sedimentos transportados por los ríos más caudalosos hacia las partes más bajas del Estado, debido a que el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie, a menos de 50 cm. de profundidad, la mayor parte del año y durante la época de lluvias llega hasta la superficie por lo cual quedan inundados.

Gleysoles mólicos (Gm). Este tipo de suelos se localizan principalmente en las áreas cercanas a las lagunas interiores de Paraíso. El material parental de estos suelos es en un primer término derivado de sedimentos aluviales del Cuaternario Reciente, pero estos han sido modificados por el efecto de sedimentación palustre que acompaña a estas zonas bajas. Localmente se les conoce como “popalerías” o “bajiales”.

Son suelos profundos, sin embargo, el manto freático se encuentra cercano a la superficie la mayor parte del año, por lo que la verdadera profundidad de enraizamiento es en realidad menor a la que podía esperarse.

Composición. Son una subunidad de los suelos Gleysoles, los cuales están formados sobre materiales no consolidados que presentan propiedades gléycas a menos de 50cm de profundidad. Esta subunidad presenta horizonte A mólico o

hístico éutrico (Horizonte superficial que, después de mezclar sus primeros 18cm de profundidad, contiene más de 0.6% de carbono orgánico. Presenta colores obscuros, y valores menores a 3.5 en húmedo, excepto cuando existe más de 40% de material calcáreo finamente dividido; una estructura que no es masiva ni dura cuando seca; una saturación de bases mayor a 50%) y sin propiedades asociadas a las cenizas volcánicas al menos en los primeros 200 cm de profundidad. Estos suelos tienen un horizonte A friable y enriquecido por material orgánico en proceso de descomposición, por lo que tienen altos contenidos de nutrimentos y materia orgánica; presentan texturas francas en la superficie que sobreyacen sobre texturas arcillo limosas (horizonte C), en ocasiones se pueden presentar texturas arenosas en el fondo del perfil.

Capacidad de saturación. Son suelos profundos, sin embargo, el manto freático se encuentra cercano a la superficie la mayor parte del año, por lo que la verdadera profundidad de enraizamiento es en realidad menor a lo que podía esperarse. De poca permeabilidad ya que hay saturación con agua durante ciertos períodos durante el año o todo el año (Palma y Cisneros, 2000).

Fluvisol: El término Fluvisol deriva del vocablo latino "fluvius" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. Los suelos Fluvisoles se encuentran en cumbres y en laderas abruptas como los Regosoles y son suelos de derivados de aluviones recientes. Contiene menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática.

Susceptibilidad de la zona a:
Deslizamientos

Debido a la escasa presencia de elevaciones en el SA Sistema Ambiental, la susceptibilidad va de baja a muy baja en cuanto al (AI) área de influencia y (AP) Área del proyecto, las pocas pendientes que existen, representan Media susceptibilidad de deslizamientos.

c.- Sismicidad, Fracturas y Fallas.

Sismicidad

El sistema ambiental se ubica dentro de la zona B Y C sin embargo el área del proyecto e influencia del proyecto (AP, AI) se ubica sobre la placa norteamericana. Específicamente sobre la zona B

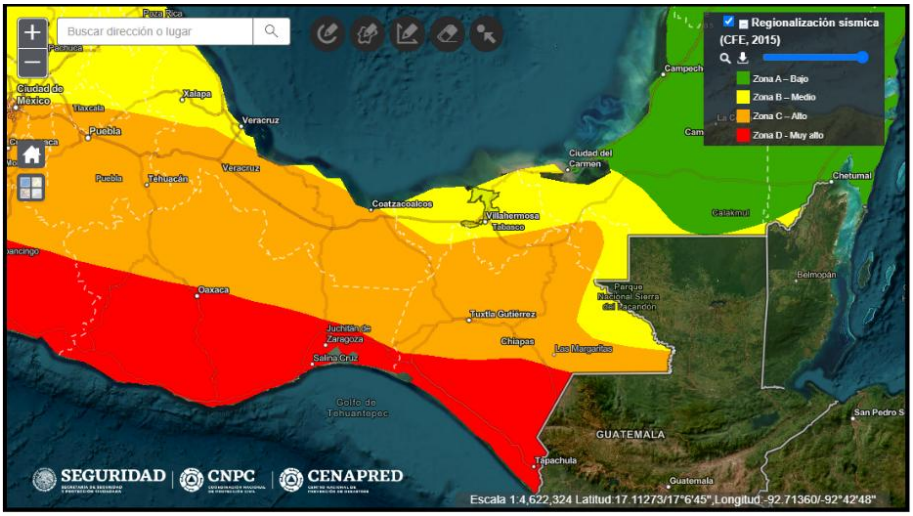


Fig. 28. Regionalización sísmica Fuente. CENAPRED - Servicio Geológico Mexicano (SISMISIDAD)

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no 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.

Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

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.

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano el Sistema ambiental se ubica en la zona sísmica B, zona de intensidad media con sismos poco frecuente. Debido a esta condición de riesgo, la empresa promovente contara con su plan de atención a contingencias acorde a las disposiciones que señale la Dirección de Protección Civil del Estado de Tabasco.

Sismicidad (AP, AI)

De acuerdo con los registros y datos históricos. Dentro del área de influencia del proyecto y Sistema ambiental, se ubica en zona intermedia para el caso de sismicidad.

Fracturas y Fallas (SA, AI, AP)

Con relación al análisis realizado en los sistemas de información, dentro de los límites del SA, no existen la presencia de fallas o fracturas. Estas características geológicas se distribuyen hacia el sur, hacia los límites del estado de Tabasco con el estado de Chiapas ya que se tiene la influencia de la provincia fisiográfica Sierras de Chiapas y Guatemala, específicamente la Subprovincia Sierras del Norte de Chiapas.

Deslizamientos, derrumbes y/o movimientos de tierra.

Por el tipo de relieve que presenta el (SA, AP Y AI), la probabilidad de que ocurran deslizamientos y derrumbes es nula, ya que el proyecto se localiza en una zona llana. En cuanto a la ribera del rio o zona federal los deslizamientos son provocados por la erosión de tipo fluvial.

Actividad volcánica.

El principal sistema volcánico de México, mismo que ha tenido un papel fundamental en la formación del relieve del país, atraviesa el centro de su territorio continental de oeste a este, desde el Ceboruco en el estado de Nayarit hasta la Sierra de los Tuxtla en el estado de Veracruz. Este sistema se conoce como Sistema Volcánico Transversal (SVT). Por lo que se refiere al territorio del estado de Tabasco y al sitio del proyecto, el volcán más cercano es el denominado VOLCAN CHICHONAL.

Este se localiza en la región montañosa que colinda con los municipios de Francisco León y Chapultenango, en el Noroeste del estado mexicano de Chiapas a unos 64.5 km de los límites del S.A en el estado de Tabasco y a 70.48 km del área del proyecto (AI y AP) en Ra Anacleto Canabal 4ª sección del municipio de Centro, Tabasco.

Los volcanes estratificados están considerados como los de actividad más letal, pues no arrojan lava, sino que las emisiones son principalmente de cenizas y gases



(esencialmente aerosoles de ácido sulfúrico que ascienden verticalmente, muy alto en la atmósfera.

Considerando lo anterior de acuerdo con el escenario (Explosión Volcánica) establecido en el atlas de riesgo se tiene que, en caso de una erupción del Volcán Chichonal, en el área del Proyecto (SA, AP, AI) los efectos provocados por la explosión serían Muy Bajos.

Y las cenizas que llegarían al sitio del proyecto afectando el (SA, AP y AI) Solo en él escenario de que los vientos favorezcan su transporte hacia el norte a una distancia de 40 km. La afectación seria mínima en el Sistema Ambiental en cuanto al área de influencia y del proyecto sería una capa de cenizas.

d.- HIDROLOGIA (superficial y subterránea) (AP, AI, SA), se encuentra en la región Hidrológica Grijalva Usumacinta

El estado de Tabasco es la zona del país donde se localiza la red hidrológica más compleja y se registran las mayores precipitaciones pluviales; aquí, a diferencia de otras entidades, es el excedente y no la falta de agua lo que ocasiona problemas, pues en algunas áreas se carece de la infraestructura adecuada para drenarla. La abundancia de escurrimientos superficiales, así como el escaso relieve de la llanura costera, da lugar a la formación de drenaje: anastomosado, dendrítico y lagunar, por tal motivo se ha desarrollado un gran número de cuerpos de agua de variadas dimensiones, al igual que pantanos y llanuras de inundación.

El sistema ambiental al igual que el área del proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO. Se encuentra ubicada dentro de la región hidrológica número RH30 denominada Grijalva-Usumacinta que comprende 75.22% de la superficie total del Estado. Con respecto a la cuenca, esta pertenece a la D Grijalva-Villahermosa es la que ocupa mayor extensión del Estado.

El estado de Tabasco a su vez cuenta con limites hidrológicos denominados cuencas o Subcuenca hidrológicas, definiéndose éstas como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua (generalmente un lago, una confluencia de ríos o desembocadura al mar.).

En el estado de Tabasco existen cuencas y en específico el área del proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO. Se ubica dentro de la cuenca dominada Rio la Sierra. Esta tiene unas dimensiones de:

El proyecto CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO. ocupará un área permanente de **6.300.19 m²**, de los cuales _____477.3 **m²** se ubican en tierra (zona federal) y **5,822.89 m³** dentro del cuerpo de agua denominado Rio la Sierra.

En el área de Influencia y Área del proyecto, se ubican en la zona federal y cuerpo de agua superficiales de jurisdicción federal, denominado Rio la Sierra.

Hidrología subterránea: (ACUIFEROS)

El sistema ambiental abarca parte de dos Acuíferos:

Clave	Nombre acuífero	Disponibilidad
2705	La sierra	Con disponibilidad 576.624 hm^3
2703	Samaria Cunduacán	Con disponibilidad 369.287 hm^3

El proyecto (**CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO).** Se encuentran dentro de la Región Hidrológica- Administrativo Frontera Sur, y su AI y AP dentro del área del **Acuífero 2703** Samaria - Cunduacán.

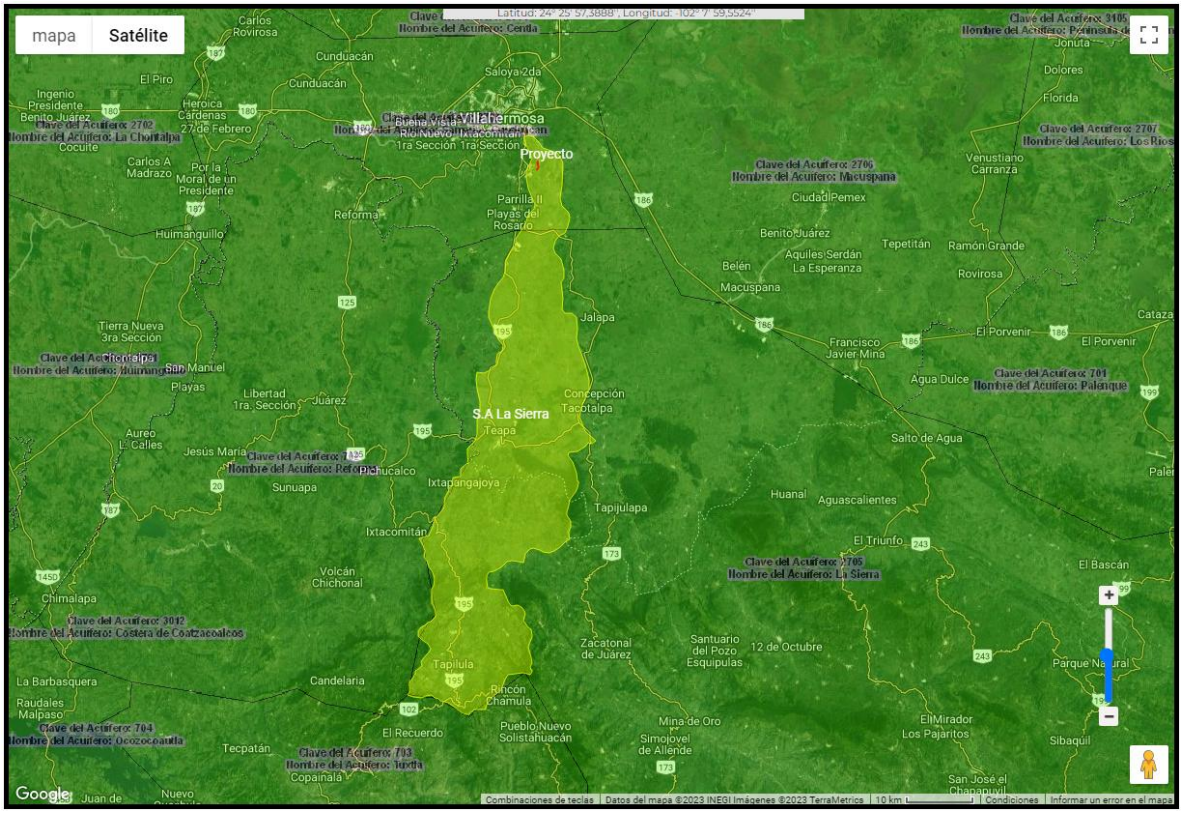


Fig 29. Disponibilidad de acuífero. Fuente: SINA-CONAGUA (disponibilidad del acuífero 2020)

En el **Acuífero 2703** Samaria – Cunduacán.

Con el análisis de las secciones elaboradas en los trabajos previos, se ha llegado a la conclusión que el sistema opera como un acuífero semiconfinado, ya que se aprecia en un paquete arcillo-arenoso que contiene una serie de lentes de arenas y gravas.

El área del acuífero se localiza en la planicie costera, por lo que se encuentra en un medio granular, poroso y con distintas permeabilidades debido a las diferentes litologías en las que se encuentra. El acuífero está delimitado en su parte superior por una capa arcillosa semipermeable, con un espesor promedio de 75 m; asimismo, en la configuración de la base del estrato semipermeable se aprecia un estrato arcilloso con un espesor variable que va de 60 m en la porción oriente, haciéndose más potente al poniente donde alcanza espesores del orden de los 100 m; si se considera una elevación media del terreno de 10 m, el espesor promedio efectivamente es de 75 m.



La recarga subterránea al acuífero ocurre por la porción sur y suroeste, proviniendo de la sierra de Chiapas, continuando su flujo subterráneo hacia el norte y noroeste del área, que es la misma dirección en la que se presentan las salidas subterráneas, las cuales recargan el acuífero de Centla.

Conceptualmente el acuífero es de tipo semiconfinado, el cual en condiciones estables opera con salidas verticales, no siempre por evaporación, sino porque al entrar un volumen considerable de aguas subterráneas por flujo horizontal al acuífero, el nivel estático asciende penetrando al paquete semipermeable (lo cual se invierte cuando se bombea el agua subterránea, ocurriendo así la recarga, ya que el nivel dinámico del acuífero queda por debajo del nivel estático, y por debajo del estrato semipermeable). Desde el punto de vista práctico y económico sobre la explotación de las aguas subterráneas, de todo el relleno de la planicie, únicamente de los primeros 400 a 500 m son los que presentan interés. En este rango de profundidades la geología está representada por la Formación Paraje Solo, la cual generalmente se encuentra cubierta por sedimentos aluviales del Pleistoceno y Reciente, los que presentan poco espesor

CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA DEL BOMBEO

En el acuífero existen un total de 144 aprovechamientos de aguas subterráneas, de los cuales el mayor número corresponde a los de uso público urbano (44.5%), seguidos por los del uso industrial (37.8%). Del total de los pozos se extrae un volumen de 94.681 Mm3 /año

Entradas

La recarga total está constituida por la recarga natural y la recarga incidental o inducida por la aplicación de agua en las actividades humanas, tanto de origen superficial como subterránea.

Recarga natural

Considerando que el Acuífero Samaria-Cunduacán es alimentado tanto por infiltración vertical como por escurrimientos de cuerpos de agua superficiales, se ha estimado que se tiene un volumen de 546.6 Mm3 /año.

Salidas

Evapotranspiración Del análisis para las salidas por evapotranspiración se considera un volumen total de 272.3 Mm3 /año.

Descargas naturales En las descargas naturales se estimaron los volúmenes de agua aportados por el manto acuífero a las distintas corrientes, calculando un total de 31.7 Mm3 /año.

Bombeo Para las salidas de aguas subterráneas por extracción mediante aprovechamientos, se ha cuantificado un volumen de 94.6 Mm3 /año, haciendo hincapié que dicho volumen corresponde tanto a los usuarios que ya se encuentran regularizados, como a los que existen en trámite de regularización.

Flujo subterráneo horizontal Para el valor de las salidas mediante flujo subterráneo se estimó un volumen de 0.7 Mm3 /año, mismo que corresponde al volumen de entrada por flujo subterráneo al acuífero de Centla

La disponibilidad del acuífero **2703** Samaria – Cunduacán correspondiente al AI Y AP de acuerdo a la publicación del DOF de fecha 17 de septiembre de 2020 es de 369,287190 hm3 /año. (Hectómetro cubico). El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones

Para el proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**, no se contempla el aprovechamiento de aguas superficiales o subterráneas. Ya que se trata de una obra de protección.

El agua potable será adquirida en pipas a través de un proveedor autorizado.

Calidad del agua: en el Sistema Ambiental (SA).

En 2021, la red de agua superficial estuvo constituida por 788 sitios. El análisis de la calidad del agua superficial consideró 8 indicadores: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), *Escherichia coli*, (E_COLI), Enterococos (ENTEROC), Porcentaje de Saturación de Oxigeno (OD%) y Toxicidad (TOX). Los resultados para 2021 mostraron una calificación de excelente para

41.7% de los sitios considerando DBO5, 11.6% para DQO, 51.5% para SST, 29.8% para CF, 39.7% para E_COLI, 87.1% para ENTEROC, 36.4% para OD%. El resto de los sitios obtuvieron una calificación que varió de buena calidad a fuertemente contaminada. En el caso de toxicidad 95.4% de los sitios no presentaron toxicidad.

Asimismo, la calidad del agua en sitios superficiales también se determinó a través de un semáforo el cual considera 3 colores, verde, amarillo y rojo, y se obtiene integrando los resultados de los 8 indicadores antes mencionados.

El 39.6% de los sitios se catalogaron con color verde; es decir, los sitios cumplieron con los límites aceptables de calidad del agua para los 8 parámetros analizados, el 20.7% de los sitios se catalogaron con color amarillo presentando incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: E_COLI, CF, SST y OD%, el 39.7% de los sitios se catalogaron con color rojo presentando incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: DBO5, DQO, TOX y ENTEROC.

En 2021 la red de agua subterránea estuvo constituida por 665 sitios considerándose 14 indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total. La calidad del agua se determinó para cada indicador obteniéndose en el caso de los metales, un cumplimiento mínimo de 54.1% para el caso de Arsénico, y un máximo de 100.0% para Mercurio.

Asimismo, la calidad del agua subterránea se determinó de manera similar a la superficial a través de un semáforo. El 42.4% de los sitios se catalogaron con color verde; es decir, los sitios cumplieron con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados, el 13.7% de los sitios se catalogaron con color amarillo presentando incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total, el 43.9% de los sitios se catalogaron con color rojo presentando incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total.

Calidad del agua en el SA.

Dentro del sistema ambiental, la Sierra se identificaron 3 Sitios de muestreo

- **03 semáforo amarillo** presentando incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: E_COLI, CF, SST y OD%.

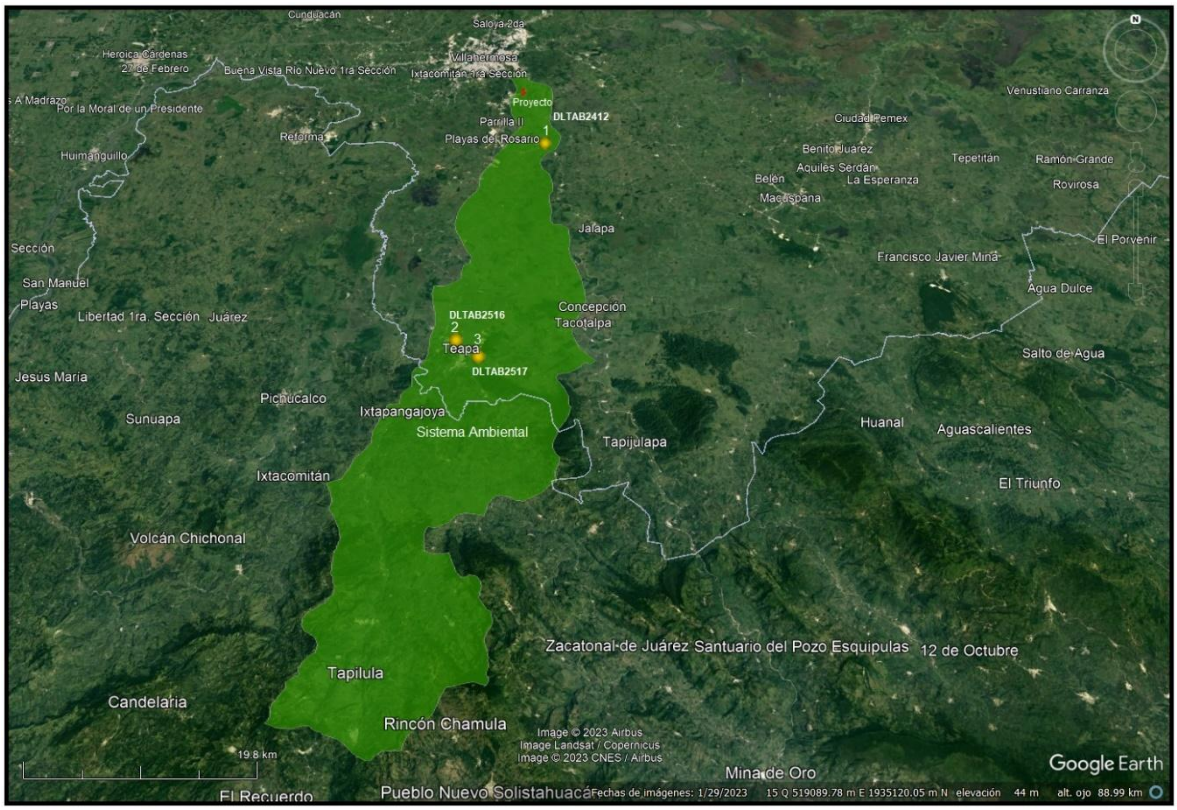


Fig. 30. Calidad del Agua en la Cuenca La Sierra. Fuente. Indicadores de calidad del agua a nivel nacional, https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Es de hacer notar que los niveles que presentan semáforos en **amarillo** (DLTAB2412, DLTAB2516, DLTAB2517) con incumplimiento en uno o varios de los siguientes parámetros: E_COLI, CF, SST y OD%, son característicos de áreas que se ubican en zonas urbanas y rurales con indicios de contaminación por descarga de aguas residuales crudas tratadas o sin tratar principalmente de origen municipal y en menor escala de origen industrial. Estos se concentran en zonas como Teapa y la zona Urbana en Villahermosa, Tabasco.

CLAVE	**DLTAB2412**
SITIO	LA SIERRA PUEBLO NUEVO
ORGANISMO_DE_CUENCA	FRONTERA SUR
ESTADO	TABASCO
MUNICIPIO	CENTRO
CUENCA	DE LA SIERRA



CUERPO DE AGUA	RIO LA SIERRA
TIPO	LOTICO (HUMEDAL)
SUBTIPO	RIO
LONGITUD	-92.8687
LATITUD	17.8327
PERIODO	2020
DBO_mg/L	<2
CALIDAD_DBO	Excelente
DQO_mg/L	<10
CALIDAD_DQO	Excelente
SST_mg/L	95.4
CALIDAD_SST	Aceptable
COLI_FEC_NMP_100mL	9804
CALIDAD_COLI_FEC	Contaminada
E_COLI_NMP_100mL	3654
CALIDAD_E_COLI	Fuertemente contaminada
ENTEROC_NMP_100mL	
CALIDAD_ENTEROC	
OD_PORC	96.4
CALIDAD_OD_PORC	Excelente
OD_PORC_SUP	
CALIDAD_OD_PORC_SUP	
OD_PORC_MED	
CALIDAD_OD_PORC_MED	
OD_PORC_FON	
CALIDAD_OD_PORC_FON	
TOX_D_48_UT	<1
CALIDAD_TOX_D_48	No Toxico
TOX_V_15_UT	<1
CALIDAD_TOX_V_15	No Toxico
TOX_D_48_SUP_UT	
CALIDAD TOX_D_48_SUP	
TOX_FIS_SUP_15_UT	
CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	
SEMAFORO	Amarillo
CONTAMINANTES	CF,E_COLI,
CUMPLE_CON_DBO	SI
CUMPLE_CON_DQO	SI
CUMPLE_CON_SST	SI
CUMPLE_CON_CF	NO
CUMPLE_CON_E_COLI	NO
CUMPLE_CON_ENTEROC	ND



CUMPLE_CON_OD	SI
CUMPLE_CON_TOX	SI
GRUPO	LOTICO

CLAVE	**DLTAB2516**
SITIO	TEAPA
ORGANISMO_DE_CUENCA	FRONTERA SUR
ESTADO	TABASCO
MUNICIPIO	TEAPA
CUENCA	DE LA SIERRA
CUERPO DE AGUA	RIO TEAPA
TIPO	LOTICO (HUMEDAL)
SUBTIPO	RIO
LONGITUD	-92.9536
LATITUD	17.5657
PERIODO	2020
DBO_mg/L	<2
CALIDAD_DBO	Excelente
DQO_mg/L	<10
CALIDAD_DQO	Excelente
SST_mg/L	250
CALIDAD_SST	Contaminada
COLI_FEC_NMP_100mL	141360
CALIDAD_COLI_FEC	Fuertemente contaminada
E_COLI_NMP_100mL	86640
CALIDAD_E_COLI	Fuertemente contaminada
ENTEROC_NMP_100mL	
CALIDAD_ENTEROC	
OD_PORC	98.4
CALIDAD_OD_PORC	Excelente
OD_PORC_SUP	
CALIDAD_OD_PORC_SUP	
OD_PORC_MED	
CALIDAD_OD_PORC_MED	
OD_PORC_FON	
CALIDAD_OD_PORC_FON	
TOX_D_48_UT	<1
CALIDAD_TOX_D_48	No Toxico
TOX_V_15_UT	<1
CALIDAD_TOX_V_15	No Toxico
TOX_D_48_SUP_UT	
CALIDAD TOX_D_48_SUP	



TOX_FIS_SUP_15_UT	
CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	
SEMAFORO	Amarillo
CONTAMINANTES	SST,CF,E_COLI,
CUMPLE_CON_DBO	SI
CUMPLE_CON_DQO	SI
CUMPLE_CON_SST	NO
CUMPLE_CON_CF	NO
CUMPLE_CON_E_COLI	NO
CUMPLE_CON_ENTEROC	ND
CUMPLE_CON_OD	SI
CUMPLE_CON_TOX	SI
GRUPO	LOTICO

CLAVE	**DLTAB2517**
SITIO	PUYACATENGO
ORGANISMO_DE_CUENCA	FRONTERA SUR
ESTADO	TABASCO
MUNICIPIO	TEAPA
CUENCA	DE LA SIERRA
CUERPO DE AGUA	RIO PUYACATENGO
TIPO	LOTICO
SUBTIPO	RIO
LONGITUD	-92.9301
LATITUD	17.5463
PERIODO	2020
DBO_mg/L	<2
CALIDAD_DBO	Excelente
DQO_mg/L	<10
CALIDAD_DQO	Excelente
SST_mg/L	<10
CALIDAD_SST	Excelente
COLI_FEC_NMP_100mL	24196
CALIDAD_COLI_FEC	Fuertemente contaminada
E_COLI_NMP_100mL	10462
CALIDAD_E_COLI	Fuertemente contaminada
ENTEROC_NMP_100mL	
CALIDAD_ENTEROC	
OD_PORC	107.8
CALIDAD_OD_PORC	Excelente
OD_PORC_SUP	
CALIDAD_OD_PORC_SUP	

OD_PORC_MED	
CALIDAD_OD_PORC_MED	
OD_PORC_FON	
CALIDAD_OD_PORC_FON	
TOX_D_48_UT	<1
CALIDAD_TOX_D_48	No Toxico
TOX_V_15_UT	<1
CALIDAD_TOX_V_15	No Toxico
TOX_D_48_SUP_UT	
CALIDAD TOX_D_48_SUP	
TOX_FIS_SUP_15_UT	
CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	
SEMAFORO	Amarillo
CONTAMINANTES	CF,E_COLI,
CUMPLE_CON_DBO	SI
CUMPLE_CON_DQO	SI
CUMPLE_CON_SST	SI
CUMPLE_CON_CF	NO
CUMPLE_CON_E_COLI	NO
CUMPLE_CON_ENTEROC	ND
CUMPLE_CON_OD	SI
CUMPLE_CON_TOX	SI
GRUPO	LOTICO

Fuente. Indicadores de calidad del agua a nivel nacional, https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Dada la baja complejidad del proyecto no se espera que durante la preparación del sitio construcción u operación del proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**, se afecte o incremente los niveles de contaminación en el Sistema Ambiental, la sierra o directamente sobre el cuerpo de agua donde se pretende el proyecto el cual es el Rio la Sierra.

Todos residuos liquido (RME o RP) será manejado conforme a las especificaciones contenidas en la LPGIR y su reglamento.

EN CONCLUSIÓN: en general resulta de buena calidad, denotando en los resultados de cada uno de los análisis la presencia de coliformes fecales.

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición,

generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo

IV.4. Aspectos bióticos en el sitio
a). - Vegetación terrestre

De acuerdo con las características bióticas de la zona del proyecto, que es una zona colindante a la Ranchería Torno Largo y teniendo en cuenta que la obra se ubicara mayormente dentro del cauce del rio la Sierra, en esta únicamente se afectara COBERTURA VEGETAL de pastizal y arboles dispersos sin afectar**.** No se observaron especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

b). - Fauna

Durante los recorridos de campo, para conocer las especies de fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo y protección ambiental, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante estos recorridos no se logró observar ningún tipo de fauna, pero se prevé que el mayor valor de diversidad se presente en el grupo de las aves y no así en mamíferos, reptiles y anfibios, lo anterior, obedece a que las aves presentan un mecanismo de desplazamiento rápido y fácil de detectar cuando se mueven de un sitio a otro y emplean sus vocalizaciones, en contraste, los mamíferos, reptiles y anfibios son organismos difíciles de observar debido a sus hábitos nocturnos y prefieren refugiarse durante el día, sin embargo, los datos arrojados en estos recorridos no son definitivos, ya que pueden presentarse más especies en muestreos posteriores.

La carencia de diversidad faunística está vinculada a la alta presencia de actividades antropogénicas en la zona.

Las especies que se conoce y que han observado en la zona del proyecto son:

Garza ganadera (*Bubulcus ibis),*
Zanate (*Quiscalus mexicanus*),
Paloma doméstica (*Columba livia*)
Toloque *(Basiliscus vittatus),*
Rata común (*Rattus norvegicus*)



De acuerdo con el análisis de la comunidad faunística, los datos arrojaron que la diversidad de especies es baja y se atribuye a la homogeneidad del paisaje en la zona, es decir, por la dominancia de asentamientos humanos y pastizales, aunque, las aves se mostraron mejor representadas, lo cual las hace visibles al desplazarse de un sitio a otro.

Sin embargo, el comportamiento de los reptiles y anfibios son contrastantes al de aves, debido a que la mayoría de las especies que integran estos grupos son de hábitos nocturnos y se caracterizan por ser de lento desplazamiento, de ámbito hogareño reducido al ocupar sus refugios durante el día o bien se mantienen alejadas de las actividades humanas, como ocurre en el área del proyecto donde existen continuamente actividades de agricultura que permiten el ahuyentamiento de las especies de manera indirecta.

Durante el recorrido de campo no se observaron nidos activos por lo que las actividades constructivas no afectarán a la fauna local en el trazo, se recomienda continuar con las actividades de monitoreo y vigilancia en las diferentes etapas constructivas para dar seguimiento al comportamiento de la fauna con la finalidad de salvaguardar la integridad física de los individuos que puedan resultar afectados por la obra.

Ninguna de las especies de flora y faunísticas que puedan encontrase en el área de influencia de la obra, se encuentra en alguna categoría de riesgo y protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El uso de suelo en el SA.

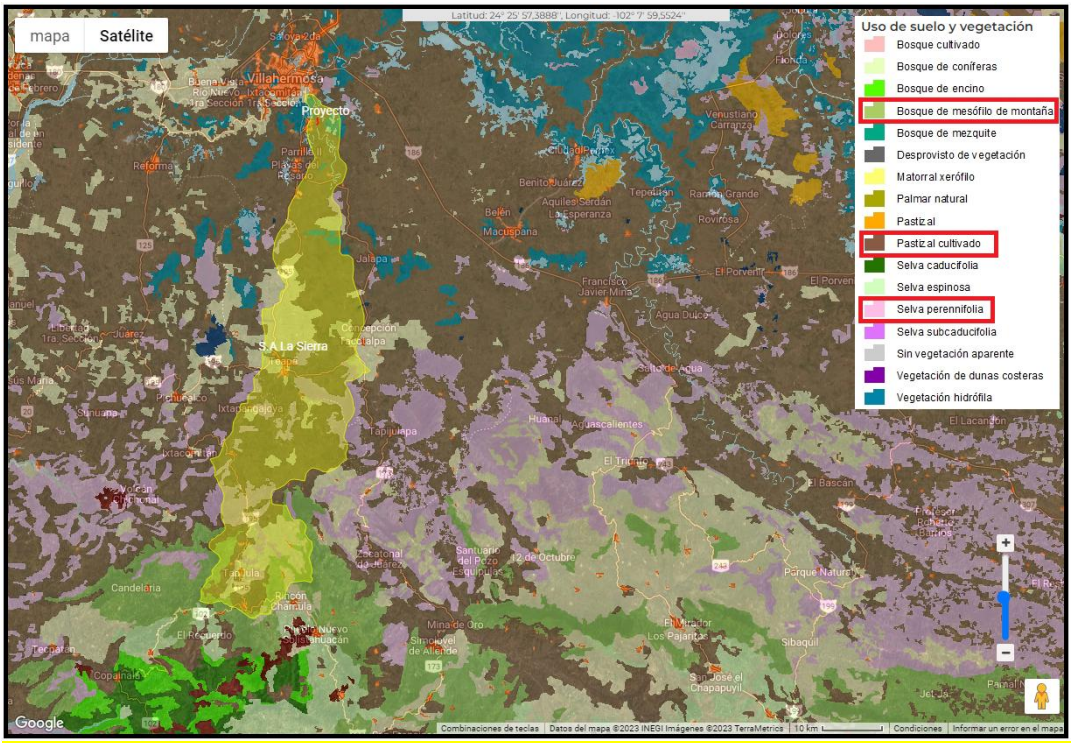


FIG 31. Fuente. SIGEIA. Uso de suelos y vegetación Serie VI INEGI 2017.

El SA está conformado por áreas de asentamientos humanos áreas de pastizales cultivados dedicado a la ganadería mediante el establecimiento de pastizales cultivados con la presencia de escasos individuos arbóreos muy dispersos con presencia de delimitaciones de propiedades mediante la utilización de cercas vivas y de corrales

El sistema ambiental calculado por medio de cuencas hidrográficas para el presente estudio, permitió identificar que, la vegetación que presenta un mayor grado de conservación, se encuentra en las zonas altas más al sur, específicamente hacia la sierra de Teapa y Chiapas, por lo que la hidrografía del SA, marca una importante relación de la vegetación y el relieve, ya que al sur se observan áreas con vegetación característica de selvas perennifolia así como bosques de mesófilo de montaña, este relieve y vegetación permiten el nacimiento o afloramiento del agua que permite la creación de escurrimientos dentro del sistema ambiental, los cuales se van concentrando hasta su salida de la cuenca



En este sentido el SA presenta una capacidad de respuesta ambiental a mediano plazo, esto se evidencia a través de la resiliencia que presentan algunas comunidades vegetales, tal es el caso de las áreas localizadas en las zonas de montaña al sur de la cuenca donde la vegetación que predomina es la selva perennifolia, así como bosques de mesófilo de montaña.

Este tipo de vegetación no será afectado por las obras de protección marginal.

IV.4.1 Paisaje

Dentro del presente estudio, se entenderá por Paisaje a: toda extensión de cualquier dimensión, en cuyos límites los diferentes componentes naturales de la estructura geológica, litológica, relieve, clima, agua, suelo, flora y fauna, tanto en estado natural como modificado por el hombre se encuentran en estrecha interacción formando un sistema (Mateo, 2007)

La evaluación de la apreciación estética del paisaje es compleja pues está condicionada por un alto grado de subjetividad. La percepción de un paisaje depende de múltiples factores relacionados con la personalidad del observador que lo percibe (mecanismos sensitivos y perceptivos inherentes al propio observador, condicionantes educativos y culturales, relación del observador con el paisaje, etc.). Para eliminar la subjetividad de los métodos para estimar la calidad del paisaje se estableció un método mixto, una combinación entre la apreciación y la objetividad por medio de métodos cartográficas.

Al respecto, para evaluar la calidad apreciativa del paisaje se realizó un análisis de la calidad visual del paisaje, mediante el desarrollo de una metodología basada en la evaluación en campo de ocho factores representativos del paisaje (Geomorfología, Vegetación, Fauna, Agua, Color, Fondo escénico, Singularidad o rareza, y Actuaciones humanas) a través de juicios de valor y mediante el uso de una matriz guía.



Matriz guía (paisaje en el área del proyecto y influencia)

Calidad paisaje					
	MUY ALTA	**ALTA**	**MEDIA**	**BAJA**	**MUY BAJA**
GEOMORFOLOGÍA	Relieve muy Montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas Erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunas depresiones o Formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo Formando extensas planicies, pero sin depresiones, Cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
VEGETACIÓN	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formación y crecimiento de las especies vegetales que resulta interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterado.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.
	Valor= 5	**Valor=4**	**Valor=3**	**Valor=2**	**Valor=1**
FAUNA	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies Altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**
AGUA	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**



COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores Medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje Circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje Circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**
SINGULARIDAD O RAREZA	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característica del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta Singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de intervención o Modificación humana	La calidad Escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan Medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
	Valor= 5	**Valor= 4**	**Valor= 3**	**Valor= 2**	**Valor= 1**

Finalmente, para asignarles un valor a cada sitio de muestreo y al trazo total, se creó una escala de calidad visual del paisaje en términos cualitativos y cuantitativos según los rangos mínimo (8) como un paisaje en total deterioro y máximo (40) de calidad de acuerdo a un paisaje en óptimas condiciones respectivamente

Escala de Calidad Visual del Paisaje

Escala de calidad paisajística	
Muy alta	≥ 32
Alta	25-31
Media	18-24
Baja	11-17
Muy baja	≤ 10

Resultados de la calidad paisajística del proyecto

FACTORES	CALIDAD PAISAJÍSTICA
GEOFORMAS	**2**
VEGETACIÓN	**2**
FAUNA	**2**
AGUA	**2**
COLOR	**3**
FONDO ESCÉNICO	**3**
SINGULARIDAD O RAREZA	**3**
ACTUACIONES HUMANAS	**3**
CALIDAD PAISAJÍSTICA = 20	

El área del proyecto e influencia presento un ***valor de calidad media con 20 puntos***, su principal factor negativo es la geoforma, así como los asentamientos humanos existentes en los alrededores y a ambos lados del rio la Sierra, esto ha dado paso a la perdida de bosques provocando que la fauna se desplace a áreas menos impactadas donde existan aun reductos de vegetación que les permita sobrevivir.
su principal factor positivo es el color ya que el estrato herbáceo y los árboles dispersos existentes en la ribera del rio la Sierra permite aun mirar una variedad de aves, aunque imperceptible durante la visita de campo.

IV.4.2 Medio socioeconómicos. Demografía:

El proyecto se localiza a la altura de la ranchería Torno Largo Primera Sección (Tramo II), municipio de Centro, estado de Tabasco.

La localidad de Torno Largo Primera Sección (Tramo II) está situada en el Municipio de Centro (en el Estado de Tabasco).

La localidad de Torno Largo 1.ª Sección se sitúa en las coordenadas geográficas, 17.929722, -92.895833, a una elevación de 3 metros sobre el nivel del mar.

Según el Conteo de Población y Vivienda 2020, efectuado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la localidad de Torno Largo 1ª Sección tiene 1,449 habitantes, de los cuales 709 son del sexo masculino y 740 del sexo femenino.[9]Su tasa de fecundidad es de 1.93 hijos por mujer y tiene 384 viviendas particulares habitadas

Datos de población en Torno Largo 1a. Sección (Tabasco)			
Año	**Habitantes Mujeres**	**Habitantes hombres**	**Total, habitantes**
2020	740	709	1449
2010	628	648	1276
2005	560	598	1158

Evolución de la población en Torno Largo 1a. Sección: Total Hombres Mujeres

Datos de cultura indígena en Torno Largo 1a. Sección:

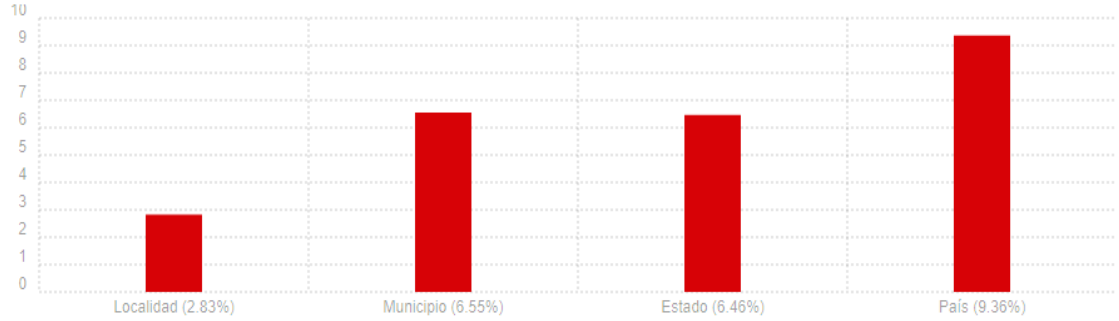
	2020	**2010**
Porcentaje de población indígena:	2.83%	2.19%
Porcentaje que habla una lengua indígena:	1.04%	1.25%
Porcentaje que habla una lengua indígena y no habla español:	0.00%	0.00%



Desempleo, economía y vivienda en Torno Largo 1a. Sección:

	2020	2010
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años:	51.55%	36.83%
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (hombres):	63.75%	52.47%
Población ocupada laboralmente mayor de 12 años (mujeres):	39.86%	20.70%
Número de viviendas particulares habitadas:	384	403
Viviendas con electricidad:	99.48%	99.09%
Viviendas con agua entubada:	98.96%	93.62%
Viviendas con excusado o sanitario:	99.22%	94.83%
Viviendas con radio:	65.10%	72.95%
Viviendas con televisión:	91.15%	95.14%
Viviendas con refrigerador:	92.19%	92.71%
Viviendas con lavadora:	84.11%	82.98%
Viviendas con automóvil:	33.85%	30.70%
Viviendas con computadora personal, laptop o tablet:	28.12%	14.59%
Viviendas con teléfono fijo:	2.08%	20.97%
Viviendas con teléfono celular:	91.67%	73.86%
Viviendas con Internet:	35.68%	4.26%

Comparación de porcentajes de población indígena en la localidad de Torno Largo 1a. Sección, comparado con su municipio, con el porcentaje en el Estado de Tabasco, y en el total del país.



Datos de la pirámide de edades del pueblo Torno Largo 1a. Sección (habitantes año 2020)

Franja de edad	Número de mujeres	Número de hombres	Total habitantes
Bebés (0-5 años)	87	59	146
Jóvenes (6-14 años)	109	102	211
Adultos (15-59 años)	475	458	933
Ancianos (60 años o más)	69	90	159

IV.4.3 Diagnóstico ambiental (SA, AP y AI)

Sistema Ambiental (la sierra), el sistema ambiental presenta una disminución de su calidad ambiental, debido a las modificaciones llevadas a cabo por los asentamientos humanos, sus actividades productivas; predominantemente a la ganadería, la agricultura, así como la infraestructura carretera y las actividades del sector industrial e hidrocarburos.

Los asentamientos humanos en materia de calidad del agua están contribuyendo a contaminar los cuerpos receptores, entendiendo con esto que no solo los cuerpos de agua reciben grandes cantidades de agua residuales sin tratar, sino que también se está practicando las descargas de aguas residuales directamente al suelo.

Es importante señalar que las obras que se pretenden y que se denomina CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, no pretenden contribuir al incremento en los impactos a los diferentes componentes (Agua, Suelo, Aire o generación de residuos), pues su objetivo del proyecto es evitar la erosión de los bordos del rio la Sierra que a su vez provocan asolvamientos en el lecho del rio, perdidas de vegetación riparia que funge como hábitat de especies ribereñas y por ultimo pero no menos importante la perdida de patrimonio de las personas que habitan en las cercanías a los ríos aguas abajo. Con las obras de protección se espera mantener el cauce y que esta continúe prestando los servicios ambientales hídricos como hasta ahora

En cuanto al área del proyecto y su área de influencia, de acuerdo al análisis del medio físico, biológico y socioeconómico antes desarrollado se puede considerar lo siguiente.

El sitio de acuerdo con el análisis no tiene una incidencia media a fenómenos meteorológicos, como lo son depresiones tropicales, tormentas tropicales durante la época estival del año y a frentes fríos durante la época invernal. Muy bajo impacto por los vientos del norte y no presenta susceptibilidad a inundaciones.

Con el desarrollo del proyecto: CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO, uno de los componentes que podría esperarse ser afectado es el suelo y la vegetación existente en el lugar, dado que se esperaría la remoción de esta de manera permanente pero solo en el área donde se colocara la infraestructura (protección marginal).

Sin embargo, debido al desarrollo de asentamientos humanos en el sitio, la vegetación existente se limita a especies herbáceas como lo es el pastizal y vegetación secundaria.

IV.4.4. Integración e interpretación del inventario ambiental

Para este proyecto en particular se revisaron los diferentes componentes tales como:



Normatividad en materia de: Agua, suelo, atmosfera, recursos naturales (flora y fauna) y se somete a evaluación en materia de impacto ambiental el presente estudio.

Diversidad: El área donde se instalará el proyecto se encuentra altamente impactada por las actividades antropogénicas, como lo es la agricultura en específico en el Área de Influencia, Lo que ha propiciado la merma en la abundancia y diversidad de flora y fauna que originalmente existía en la región provocando su desplazamiento a zonas menos perturbadas.

Algo importante de recalcar es que, para la instalación de este nuevo proyecto, que las obras impactantes serian exclusivamente en las etapas de preparación del sitio y construcción, ya en la operación la infraestructura permanecería inerte cumpliendo su función sin generar ningún tipo de emisión o descarga al ambiente

CAPITULO V.
IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identificarán y describirán los impactos ambientales que puedan ser provocados a causa del desarrollo del proyecto **"PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO",** correspondiente al desarrollo de sus etapas.

Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales se tomará la información de los capítulos II (Descripción de las obras del proyecto) y capítulo IV (Aspectos ambientales), respectivamente.

Resaltando que la identificación, descripción y evaluación de impactos, que se realizará en el presente capítulo, se realizará en conjunto, ya en el sitio donde se desarrollará el recubrimiento marginal se realizaran las mismas actividades constructivas y se utilizará maquinaria y equipo del mismo tipo.

V.1. Identificación de Impactos.

La identificación de impactos proporciona una visión parcial de los efectos de una determinada acción sobre cada uno de los factores ambientales.

Con el objetivo de identificar los efectos ambientales que se podrán producir durante las etapas del proyecto y determinar el valor de importancia de los mismos, se utilizó la metodología cualitativa – cuantitativa de Vicente Conesa Fernández (1993).

Para poder realizar una mejor identificación de los efectos ambientales y sobre que factor ambiental incidirá dicho efecto; se establece la composición del ambiente para el proyecto la cual está dada en dos sistemas el Natural y el Cultural.

1. Natural
2. Cultural

En el desarrollo de la matriz, estos Sistemas (S) fueron divididos en subsistemas (SS), con el objetivo de identificar de cada subsistema los factores ambientales sobre los que se producirán los posibles efectos producto de las actividades del proyecto.

Tabla 17. Factores ambientales sobre los que se producirán los posibles efectos.

MEDIO		
SISTEMA	**SUBSISTEMA**	**FACTOR AMBIENTAL**
Natural	**Físico**	Aire
		Paisaje
		Suelo
		Agua
	Biológico	Flora
		Fauna
Cultural	**Socioeconómico**	Social
		Económico

V.2 Caracterización de los impactos.

La fase de **identificación** de los **efectos ambientales** y posterior a ello la **valoración de los impactos** es muy importante ya que a través de ellos se pueden **valorar las consecuencias** con más o menos precisión por diferentes sistemas para no omitir ningún aspecto importante, la identificación de los efectos se hace por medio del análisis de una lista de control la cual contiene las etapas, acciones factor y efecto ambiental que se producirán con relación al proyecto.

Como resultado del análisis efectuado entre las características que presenta el medio en el cual se ubicará el proyecto y cada una de las **acciones** que se desarrollaran en las distintas etapas, se identificaron los **efectos ambientales** que dichas **acciones** producirán sobre distintos **factores ambientales** los cuales se presentan a continuación.

Tabla 18 Identificación de los posibles efectos ambientales a producir por el proyecto.

Etapa	Factor	Acción	Efecto ambiental
Preparación del sitio	Aire	Trasporte de maquinaria y equipo.	Generación de CO_2.
			Generación de polvo.
	Agua	Generación de aguas residuales.	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.
		Generación de residuos.	Contaminación del cuerpo de agua por RSU.
	Suelo		Refugio de fauna nociva.



Etapa	Factor	Acción	Efecto ambiental
		Generación de residuos sólidos urbanos.	Contaminación por mal manejo y disposición de residuos.
	Fauna	Instalación de actividades temporales.	Reducción de sitios de reposo o hábitat.
	Paisaje	Trasporte de maquinaria y equipo.	Generación de ruido.
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos.	Derrama económica.
Construcción	Aire	Maniobras de maquinaria y equipo.	Aumento de niveles de emisiones a la atmosfera.
	Agua	Generación de aguas residuales.	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.
		Generación de residuos.	Contaminación del cuerpo de agua por mal manejo y disposición de residuos.
	Suelo	Generación de residuos.	Refugio para fauna nociva.
			Contaminación por mal manejo y disposición de residuos.
	Paisaje	Transporte de vehículos, maquinaria y equipo durante las maniobras de construcción.	Aumento de los niveles de ruido y vibración.
			Disminución de la calidad escénica.
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos	Derrama económica.
Operación	Suelo	Operación del recubrimiento marginal.	Mitigación de erosión hídrica.
	Paisaje	Establecimiento de nuevos elementos en el paisaje.	Disminución de la calidad escénica.
	Socioeconómico	Construcción del recubrimiento marginal	Protección de la margen y disminución de riesgos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis **cualitativo** para la identificación de efectos ambientales, se identificaron **14 factores ambientales** sobre **seis factores ambientales; 11** del total de los efectos son de **naturaleza negativa** y **tres** de **naturaleza positiva**; estos últimos son sobre el factor socioeconómico.



V.3 Valoración de los impactos.

Importancia del impacto.

El valor de **importancia de un impacto** es una medida **cuantitativa** de un **efecto** o **posible efecto ambiental;** la valoración se obtiene a partir del grado de incidencia (intensidad) de la alteración producida y de una caracterización del efecto, obtenida a través de una serie de atributos.

Tabla 19. Atributos de valoración de los impactos.

NA: Naturaleza		IN: Intensidad	
(+) Beneficioso +		(B) Baja	1
		(M) Media	2
		(A) Alta	4
(-) Perjudicial –		(MA) Muy alta	8
		(T) Total	12
EX: Extensión		MO: Momento	
(Pu) Puntual	1	(L) Largo plazo	1
(Pa) Parcial	2	(M) Medio plazo	2
(E) Extenso	4	(I) Inmediato	4
(T) Total	8	C) Critico	+4
(C) Crítico	+8		
PE: Persistencia		RV: Reversibilidad	
(F) Fugaz	1	(C) Corto plazo	1
(T) Temporal	2	(M) Mediano plazo	2
(P) Permanente	4	(I) Irreversible	4
SI: Sinergia		AC: Acumulación	
(SS) Sin sinergia	1	(S) Simple	1
(S) Sinérgico	2	(A) Acumulativo	4
(MS) Muy sinérgico	4		
EF: Causa-Efecto		PR: Periodicidad	
(I) Indirecto	1	(I) Discontinuo	1
(II) Directo	4	(P) Periódico	2
		(C) Continuo	4
MC: Recuperabilidad		I: Importancia	
(In) Inmediata	1	Depreciable	D
(MP) Mediano plazo	2	Compatible	C
(M) Mitigable	4	Moderado	M
(I) Irrecuperable	8	Severo	S
		Critico	Ct



Matriz de evaluación Cuantitativa.

El **valor de importancia** de un Impacto Ambiental es el resultado de la **valoración cuantitativa de un efecto ambiental** cuyo resultado nos expresa un valor y con ello un rango con lo cual podemos determinar si dicho impacto ambiental se ubica dentro de los límites establecidos por la legislación ambiental para realizar una obra o actividad; la obtención de dicho valor se obtiene a través de aplicación de la siguiente formula:

$$I=NA\ (3INA + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

El rango y valores de importancia de los Impactos Ambientales se determina de acuerdo con la siguiente tabla de referencia:

Tabla 20. Rango y valores de importancia de los Impactos Ambientales.

Rango	I	
Positivo	**≥ 0**	**P**
Despreciable	De **0** hasta **- 10**	**D**
Compatible	De **-11** hasta **- 25**	**C**
Moderado	De **-26** hasta **- 50**	**M**
Severo	De **-51** hasta **- 75**	**S**
Crítico	**≥ - 76**	**Ct**

A continuación, se presenta las **matrices de evaluación cuantitativa** que se le aplica a cada uno de los **efectos ambientales** obtenidos como resultados del **análisis cualitativo** efectuando entre las **características** que se presenta el **medio** y cada una de las **acciones** que se desarrollarán en las distintas **etapas del proyecto.**

Tabla 21. Valoración para la etapa de Preparación del Sitio.

Componente	Impactos	-/+	3IN	2EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Impacto
Aire	Generación de CO_2	-	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	**-22**	Compatible
	Generación de polvo	-	2	2	4	4	4	1	1	1	1	1	**-27**	Moderado
Agua	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.	-	2	2	1	2	2	2	2	1	2	4	**-26**	Moderado
	Contaminación de cuerpo de agua por RSU.	-	2	2	1	1	1	2	2	2	2	4	**-25**	Compatible
Suelo	Refugio de fauna nociva.	-	2	2	1	4	2	2	2	1	2	2	**-26**	Moderado
	Contaminación por mal manejo y disposición de residuos.	-	2	2	4	1	2	2	1	2	2	2	**-26**	Moderado
Fauna	Reducción de sitios de reposo o hábitat.	-	2	2	4	1	2	2	2	2	2	1	**-26**	Moderado
Paisaje	Generación de ruido.	-	2	2	4	1	2	2	1	2	2	2	**-26**	Moderado
Socioeconómico	Derrama económica.	+	4	2	4	2	2	2	4	4	1	1	**36**	Positivo

Tabla 22. Valoración para la Etapa de Construcción.

Componente	Impactos	-/+	3IN	2EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Impacto
Aire	Aumento de niveles de emisiones a la atmosfera.	-	2	2	2	1	2	2	2	2	1	4	**-26**	Moderado
Agua	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.	-	2	2	1	2	2	2	2	1	2	4	**-26**	Moderado
	Contaminación del cuerpo de agua por RSU.	-	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	**-24**	Compatible
Suelo	Refugio para fauna nociva.	-	2	4	2	2	2	1	1	1	2	1	**-26**	Moderado
	Contaminación por mal manejo y depósito de residuos.	-	2	2	4	1	2	2	1	2	2	2	**-26**	Moderado
Paisaje	Aumento de los niveles de ruido y vibración.	-	4	2	1	1	2	1	1	2	2	2	**-28**	Moderado
	Disminución de la calidad escénica.	-	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	**-24**	Compatible
Socioeconómico	Derrama económica	+	4	4	2	2	2	1	2	4	2	2	**37**	Positivo

Tabla V.3. Valoración para la Etapa de Operación y Mantenimiento.

Componente	Impactos	-/+	3IN	2EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Impacto
Suelo	Mitigación de erosión hídrica.	+	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	**44**	Positivo
Paisaje	Disminución de la calidad escénica.	-	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	**-24**	Compatible
Socioeconómico	Protección de la margen y disminución de riesgos.	+	8	4	4	4	2	2	1	1	4	4	**54**	Positivo



En la tabla a continuación, se presenta los resultados de la **Valoración Cuantitativa** sobre cada uno de los **efectos ambientales** que serán generados por las actividades en cada una de las etapas del proyecto, con valor de importancia y rango de los **impactos ambientales.**

Tabla 23. Valores de importancia y rango de los impactos ambientales generados por el proyecto en sus distintas etapas.

Impacto Ambiental	Valor de importancia	Rango
Etapa de Preparación del sitio		
Generación de CO2.	-22	Compatible
Generación de polvo	-27	Moderado
Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.	-26	Moderado
Contaminación de cuerpo de agua por RSU.	-25	Compatible
Refugio de fauna nociva.	-26	Moderado
Contaminación por mal manejo y disposición de residuos.	-26	Moderado
Reducción de sitios de reposo o hábitat.	-26	Moderado
Generación de ruido.	-26	Moderado
Derrama económica.	36	Positivo
Etapa de Construcción		
Aumento de niveles de emisiones a la atmosfera.	-26	Moderado
Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.	-26	Moderado
Contaminación del cuerpo de agua por RSU.	-24	Compatible
Refugio para fauna nociva.	-26	Moderado
Contaminación por mal manejo y depósito de residuos.	-26	Moderado
Aumento de los niveles de ruido y vibración.	-28	Moderado
Disminución de la calidad escénica.	-24	Compatible
Derrama económica.	37	Positivo
Operación y mantenimiento		
Mitigación de erosión hídrica.	44	Positivo
Disminución de la calidad escénica.	-24	Compatible
Protección de la margen y disminución de riesgos.	54	Positivo



Interpretación de resultados.

Como **resultado de la valoración cuantitativa** realizada a cada efecto ambiental, **para las etapas del proyecto** las cuales son; **preparación del sitio, construcción y operación** se obtuvieron **tres impactos** de **naturaleza positiva** los cuales corresponden al **factor socio económico**, para las etapas de **Preparación del sitio y Construcción** se identificó que tienen como efecto positivo la **derrama económica**, alcanzando de acuerdo con la matriz de evaluación cuantitativa un valor de importancia de +36 y +37.

Continuando con los **impactos positivos** generados por las actividades del proyecto, en la **etapa de operación**, se identificaron **dos** de ellos, **la mitigación de la erosión hídrica** con un valor de +44 y el de **protección de la margen y disminución de riesgos impacto** con valor de 54 siendo este el valor de naturaleza positiva con mayor ponderación.

En cuanto a los valores de importancia y rangos obtenido para cada uno de los **impactos ambientales de naturaleza negativa**, se identificaron **11** diferentes impactos, siendo el impacto de **Aumento de los niveles de ruido y vibración, el de mayor ponderación** alcanzado con un valor de -28 el cual se sitúa dentro de la **clasificación de Impactos negativos de tipo moderado.** Sin embargo, este impacto es prevenible y mitigable, y de acuerdo a los valores de importancia y rangos obtenidos producto del análisis de cada uno de los impactos ambientales de **naturaleza negativa** evaluados, que se producirán por la construcción del recubrimiento marginal, ninguno de ellos alcanzó rango de tipo Severo a Critico y aunado a esto, en el capítulo VI de la presente Manifestación se propone la aplicación de ciertas medidas preventivas y de mitigación para las obras y actividades por realizar con el proyecto.

Teniendo en cuenta que **NO SE GENERARÁN IMPACTOS SIGNIFICATIVOS** sobre algún factor ambiental, el desarrollo de las obras y actividades relacionadas al presente proyecto **NO CAUSARÁN DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS NI REBASARÁN LOS LÍMITES** O **CONDICIONES ESTABLECIDAS** en las **DISPOSICIONES JURÍDICAS** referidas a la preservación del **EQUILIBRIO ECOLÓGICO** y la **PROTECCIÓN AL AMBIENTE.**

V.4 Impactos residuales.



De acuerdo con la definición establecida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, **Art. 3, Fracción X Impacto Ambiental Residual:** el impacto residual que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El presente proyecto no genera impactos de tipo residual, sin embargo, se producirán uno el cual es persistente, este impacto es la generación de **residuos sólidos urbanos,** pero con el **correcto manejo y disposición final**, dicho impacto podrá ser mitigado correcta y adecuadamente.

V.5 Impactos acumulativos.

De acuerdo con la definición establecidas por la literatura especializada, durante las etapas del proyecto, así como dentro del periodo de tiempo de operación, el presente proyecto no generará impactos de tipo acumulativos y si bien, si genera impactos sobre algunos factores ambientales, dichos son mitigables y compensables con las medidas de mitigación y o compensación que se proponen en la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular.

Conclusión.

Con lo anterior, se concluye que el proyecto **"PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO",** a pesar de que presenta impactos ambientales identificados y evaluados de carácter negativo, su extensión y perseverancia es puntual y temporal, y su afectación es reversible mediante la aplicación de las medidas propuestas. De igual forma, los impactos positivos del proyecto en su etapa de operación generan una mayor relación de realización/beneficio, ya que no únicamente serán benéficos para el medio, sino también para el factor socioeconómico de la región, siendo que el objetivo principal del proyecto es la reconstrucción de la margen derecha del rio de La Sierra, para la protección de la población de la zona.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez analizado los resultados de la evaluacion en el Cap V, se proponen algunas medidas preventivas y de mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados.



De conformidad con lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, las medidas preventivas y de mitigación se definen como un conjunto de acciones que deberán ser ejecutadas para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente, así como atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de causar una perturbación por la realización de las actividades propuestas en el proyecto.

Por lo tanto, en esta sección se proponen medidas tendientes a evitar y/o atenuar los impactos ambientales identificados como adversos en el capítulo V.

Para describir las medidas a implementarse para evitar o minimizar los efectos de los impactos ambientales identificados se determinó clasificarlos según “la forma de actuación”. Para entender la forma de actuación de cada medida propuesta, se describirán los conceptos usados como criterios para clasificarlas: Las medidas planteadas se dividen en generales específicas.

1. **Medidas generales (G).** siendo las primeras aquellas de aplicabilidad común entre las etapas del Proyecto.

   Y las medidas específicas son.

2. **Medidas preventivas (MP).** Aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas dirigidas al mismo fin. Por lo tanto, evitan la ocurrencia de efectos negativos y se conocen también como protectoras.

3. **Medidas de mitigación (MM).** Son aquellas que al modificar las acciones o los efectos consiguen anular, corregir, atenuar un impacto recuperable, bien sea mejorando un proceso productivo o sus condiciones de funcionamiento.

4. **Medidas compensatorias (MC).** Las que ni evitan, ni atenúan, ni anulan la aparición de un efecto negativo, pero que contrarrestan la alteración del factor al realizar acciones con efectos positivos que compensan los impactos negativos que no es posible corregir y disminuyen el impacto del proyecto.

5. **Medida de Restauración. (MR)** Se busca restituir las condiciones preexistentes en un escenario ambiental que ha sido deteriorado, una vez que las fuentes de perturbación han desaparecido. Conocidas como medidas

de rehabilitación o recuperación. Normalmente forman parte de los requerimientos establecidos por la normatividad o autoridad ambiental. Estas medidas buscan recuperar las condiciones ambientales anteriores a la perturbación remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto.

Adicionalmente, se integrarán medidas de seguimiento y control para la correcta aplicación de las anteriores, misma que se define como:

6. **Medidas de seguimiento y control: (MSC).** Son aquellas que refuerzan y/o supervisan la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación.

Simbología “Etapa”:

PS:	Preparación del sitio
C:	Construcción
O y M:	Operación y mantenimiento
A:	Abandono

Tabla 24.- Medidas generales.

Clave	Etapa de cumplimiento				Etapa de cumplimiento
	PS	C	O y M	A	
G1					Realizar las actividades únicamente en la poligonal del Proyecto
G2					Contar con un responsable del seguimiento ambiental.
G3					Efectuar las actividades conforme al Programa de Trabajo, o en su caso de requerirlo, recalendarizar los trabajos respetando el periodo autorizado.
G4					Elaborar el plan de atención a Contingencias Ambientales e hidrometeorológicos con equipo y personal capacitado para atender los derrames y fugas de materiales o residuos.
G5					Establecer Programas de Capacitación al personal en materia de residuos, seguridad, medio ambiente y seguimiento de medidas de prevención y mitigación involucradas en el proyecto.
G6					Elaboración del programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria y equipos.
G7					Instalar sanitarios portátiles en el área del Proyecto.
G8					Contar con un prestador de servicios debidamente autorización para el manejo y descarga de las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles.
G9					Colocar en el área de actividades contenedores de 200 litros con tapa y debidamente identificados para la segregación de los residuos generados, siendo estos específicos para cada uno de los residuos de tipo sólidos urbanos y de manejos especiales
G10					Contar con un almacén temporal de residuos que cumpla con lo establecido por la legislación ambiental vigente.
G11					Instalar letreros informativos, preventivos y restrictivos en el frente de trabajo que contengan información clara y suficiente de los procedimientos a ejecutar de manera clara y entendible.

G12					Contar con un Plan de respuesta a emergencias por eventos hidrometeorológicos.
G13					Contar a un prestador de servicios autorizado para el manejo (trasporte y disposición final) de los residuos, el cual deberá entregar el respectivo manifiesto de entrega, transporte y recepción de residuos
G14					Queda estrictamente prohibida la disposición temporal o permanente de cualquier tipo de residuos en cuerpos de agua o sobre el suelo natural.
G15					Notificar a la autoridad competente el inicio y terminación de cada una de las etapas.

Tabla 25.- Especificas

Clave	COMPONENTE	Etapa de cumplimiento				Medidas de prevención (MP)
		PS	C	O y M	A	
MP1	Fauna					Colocar señalamientos de presencia de fauna en sitios estratégicos para concientizar y divulgar el cuidado de la fauna.
MP2	Fauna					Prohibir las actividades relacionadas a la caza y pesca de fauna silvestre.
MP3	Fauna					Realizar recorridos previos al inicio de la actividad de desmonte y despalme para descartar la presencia de fauna con riesgo de afectación (incluye madrigueras o nidos).
MP4	Vegetación					Realizar las actividades de desmonte y despalme exclusivamente dentro de los límites que conformaran el proyecto
MP5	Vegetación					Realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos, evitando el uso de herbicidas.
MP6	Atmósfera					Garantizar que los vehículos, maquinaria y los equipos cumplan con los límites máximos permisibles de niveles sonoros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.
MP7	Atmosfera					Instalar silenciadores en los escapes de los vehículos y maquinaria.
MP8	Atmosfera					Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo en talleres especializados y autorizados, evitando hacerlo en el área del Proyecto para prevenir la contaminación del suelo y los cuerpos de agua por acción de un derrame incidental, vertido de aceites y grasas o del lavado de las unidades.
MP9	Atmosfera					Llevar un registro en bitácora del mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, equipo y maquinaria.
MP10	Atmosfera-suelo					Queda estrictamente prohibido realizar actividades de mantenimiento, preventivo o correctivo a la maquinaria o equipo utilizado, en el área del proyecto.
MP11	Suelo					El material pétreo (Roca) para las actividades de protección marginal debe ser adquirido en los bancos de materiales autorizados por la autoridad competente.
MP12	Cuerpos de Agua					El agua potable para actividades de construcción y mantener húmedo los caminos, áreas del proyecto y uso varios deberán adquirirse en pipas a través de empresas autorizadas para su aprovechamiento.
MP13	Cuerpos de Agua					El agua potable deberá adquirirse en garrafones para consumo humano.
MP14	Cuerpo de agua - Suelo					Anualmente realizar inspecciones y observaciones para evaluar el comportamiento de la obra

Clave	COMPONENTE	Etapa de cumplimiento				Medidas de Mitigación (MM)
		PS	C	O y M	A	
MM1	Suelo					Aplicar el Plan de atención a Contingencias Ambientales e hidrometeorológicos en caso de eventos extraordinarios.
MM2	Atmosfera					Establecer horarios de trabajo diurno con el fin de afectar lo menos posible al ambiente y a las poblaciones o asentamientos humanos cuyas viviendas se encuentren en el trayecto al área del proyecto o cercano a este.
MM3	Atmosfera					Se debe verificar que durante el transporte de material (Roca) para la construcción de la protección marginal, este cubierto por una lona, esto evitará la dispersión de partículas finas de polvo durante su trayecto.
MM4	atmosfera					Para evitar la generación de polvo, durante el traslado del material (roca) se deberá humedecer los caminos de acceso y el área de actividades para prevenir el levantamiento de sedimento terrígeno a la atmósfera.
MM5	Vegetación					Triturar los residuos vegetales que no se puedan aprovechar para después ser esparcido homogéneamente en el área del proyecto (margen del rio, o área aledaña a la zona federal), para el enriquecimiento del mismo.
MM6	Fauna					Se prohíbe la Captura, consumo y comercialización o cualquier posesión de especies de fauna silvestre.
MM7	Paisaje					Restringir el acceso a personas ajenas durante la construcción y operación del proyecto.
Clave	**COMPONENTE**	**Etapa de cumplimiento**				**Medidas de Compensación (MC)**
		PS	**C**	**O y M**	**A**	
MC1	Fauna					Ejecutar el Rescate y reubicación de fauna silvestre, en caso de presencia de algún individuo de fauna silvestre **este o no** bajo algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o considerada de importancia ecológica.
MC2	Fauna					Deberá registrar toda acción de rescate y reubicación de fauna silvestre.
Clave	**COMPONENTE**	**Etapa de cumplimiento**				**Medidas de Restauración (MR)**
		PS	**C**	**O y M**	**A**	
MR1	Suelo					En el caso fortuito o extraordinario de un derrame o fuga de productos peligrosos (combustibles) o residuos (aguas sanitarias) sobre el suelo se deberá realizar la limpieza inmediata y notificar a la autoridad, La contratista que lleve a cabo su remediación deberá contar con la acreditación correspondiente.

Asimismo, para coadyuvar a la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, se proponen las siguientes medidas de seguimiento y control:

Tabla 25. Medidas seguimiento y control. (**durante todas las etapas del proyecto**). (PS, C, O, M, A)

No	Etapa de cumplimiento				
	PS	C	O y M	A	Seguimiento y control

MSC1					Elaboración y seguimiento del programa de vigilancia ambiental al cual deberá darse seguimiento durante el tiempo de ejecución del proyecto con personal especializado con el conocimiento necesario para ejecutar las medidas propuestas; y, con la autoridad suficiente para tomar decisiones en caso de probable afectación a la naturaleza.
MSC2					Seguimiento del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipos.
MSC3					Seguimiento del programa de manejo de residuos de manejo especial, peligrosos y sólidos urbanos durante las diferentes etapas del proyecto.
MSC4					Seguimiento al plan de atención a Contingencias Ambientales e hidrometeorologico con equipo y personal capacitado para atender los derrames y fugas de materiales o residuos.
MSC5					Seguimiento del programa de capacitación al personal en materia de residuos, seguridad y medio ambiente.

Nota: no se contemplan acciones para la etapa de abandono ya que se plantea una obra de proteccion permanente

VI.2.- Impactos Residuales

Como se detallo e identifico en el Cap V. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso dentro del A.P, A.I Y S.A reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. Así también el REIA en su fracción X del Artículo 3°, describe a un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el A.P, A.I Y S.A.

Para el caso del proyecto, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), que hayan sido calificados con valor máximo (8); y que el índice de **importancia** se encuentre dentro de Intervalo de valores del índice de importancia (**Significativo)**, es decir que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas.

Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto generará los siguientes impactos ambientales residuales:

Tabla 26. Impactos ambientales residuales.

Componente	Factor	Impacto	Etapa	MC	Importancia
Suelo	Cantidad	Perdida de suelo	PS		
Vegetación	Cobertura vegetal	Perdida de cobertura vegetal	PS		
Paisaje	Calidad visual	Modificación al paisaje natural	PS		
			C		
			O y M		

Como se puede observar los impactos residuales identificados para el proyecto, son producto implícito de la etapa de preparación del sitio y la construcción, específicamente durante la actividad de desmonte y despalme ya que se dará la pérdida de cobertura vegetal y suelo natural, modificando el relieve y con ello los espacios que pueden ser utilizados como hábitats de especies. De igual manera el impacto de Modificación del paisaje natural es valorado como significativo pues si afectara la calidad visual del paisaje a nivel A.P y A.I durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y dado que es una obra permanente sus efectos persistirán aún con la aplicación de medidas.

En el **Anexo J,** se presentan los programas ambientales propuestos como medidas de prevención, mitigación y compensación.

CAPITULO VII

VII.1 Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas

VII.1 Pronóstico del escenario

Todos los ríos, pero sobre todo los que escurren sobre material aluvial, sufren desplazamientos laterales en las curvas. Así, la margen exterior o cóncava de las mismas está sujeta a un proceso de erosión, mientras que la interior o convexa a uno de sedimentación.

Cuando esos desplazamientos tienden a generar afectaciones al patrimonio y las actividades económicas de una población deben de ser controladas mediante obras hidráulicas, tal es el caso del presente proyecto el cual consiste en la **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO.**

Supuesto de no desarrollarse este proyecto

La erosión continuara desplazando la margen derecha hacia los terrenos aledaños (asentamientos humanos y vías de comunicación) generando perdida de espacios mayores a los que se proyectan en el presente manifiesto de impacto ambiental, pues se perderían los suelos que conforman la margen (Zona federal).

Con la perdida de suelos se generan otros impactos como, la pérdida de vegetación riparia y con ellos también la perdida de nichos ecológicos para la fauna silvestre.

En el cuerpo de agua derivado del desplazamiento de la margen por la erosión, se generaría más material aluvial hacia el interior del cuerpo de agua Rio la Sierra, generando con el tiempo dentro del cauce del rio, zonas de depósito que a la postre formaran playones y asolvamiento dentro el cuerpo de agua denominado Rio la Sierra.

Esta es una de las causas principales por las cuales el cuerpo de agua (Rio la Sierra) durante la temporada de lluvias y lluvias extraordinarias se ve rebasada en su capacidad de poder drenar el agua sobre su propio cauce, provocando que este derrame hacia las zonas bajas aledañas provocando encharcamiento e inundaciones afectando a la población y la infraestructura existente.

- **Supuesto de si desarrollarse este proyecto**



Se evitará la erosión (pérdida de terreno útil) y consecuentemente protegerá, terrenos con asentamientos humanos, las vías de comunicación y áreas que actualmente están siendo utilizadas para el comercio y actividades Industriales y que forman parte de la economía de la región.

- **Supuesto de la Ejecución del proyecto con acciones preventivas y de mitigación.**

Con la construcción de la protección marginal de diferentes dimensiones se busca direccionar el flujo de la corriente, evitando que la fuerza de esta impacte directamente sobre la margen derecha del rio la Sierra, de tal manera que la margen no se verá afectada por la erosión con esto se evitara que la margen se siga desplazando, evitando perdida de espacios mayores a los que se proyectan en el presente manifiesto de impacto ambiental.

Al no existir perdida de suelo por la existencia de la protección marginal, por sucesión secundaria se regeneraría la vegetación riparia y se reforzaría de manera natural la margen del rio, con ellos también la creación de espacios para la fauna silvestre local.

Se dejaría de generar material aluvial de la margen derecha por lo que esta área no contribuiría a la generación de depósito que a la postre formaran playones y asolvamiento del rio Samaria.

Considerando el periodo de construcción y ejecutando las medidas propuestas, así como las ordenadas por la SECRETARIA, su construcción no generara afectaciones significativas a los componentes Agua, Suelo, Atmosfera, Vegetación y fauna.

Tomando en cuenta que se ejecutaran medidas preventivas y de mitigación, y por la actividad que se pretende desarrollar, este proyecto es de los pocos que se puede decir que tiene impactos positivos, y que, durante su ejecución en las etapas de preparación del sitio y construcción, cualquier efecto adverso pueden ser prevenidos mediante acciones o procedimientos adecuados que favorezcan al medio ambiente en la zona (SA, AI y AP).

VII.2. Programa de vigilância ambiental.

Se elaborará con el objeto de que la empresa realice todos y cada uno de los puntos propuestos y ordenados para el proyecto, para ello se contara con una empresa o



especialista en materia ambiental que realizará informes internos y específicos para la autoridad de las actividades que se estén llevando a cabo y que vigile el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Como parte de la vigilancia se implementarán otras medidas consideradas como de seguimiento y control y ya especificadas en el Cap. VI. Estas formaran parte del Programa de Vigilancia Ambiental y dará seguimiento a:

SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.

- Procedimientos e instructivos de mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones.
- Técnicas para evitar fuga de aceites, grasas y/o combustible al suelo.
- Calendarización del programa.

SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL Y SÓLIDOS URBANOS DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO.

- Identificación de los residuos
- Clasificación de los residuos que se generan durante las actividades.
- Propuesta de tipos de envases para cada residuo.
- Almacén temporal y seguridad en dicho almacén.
- Bitácoras (municipal, estatal, y federal)
- Recolección y transporte interno y disposición final de los residuos
- Cronograma de actividades de las acciones preventivas y manejo y disposición final de residuos.

SEGUIMIENTO AL PLAN DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES E HIDROMETEOROLOGICAS CON EQUIPO Y PERSONAL CAPACITADO PARA ATENDER LOS DERRAMES Y FUGAS DE MATERIALES O RESIDUOS.

- Atención a derrames o contención.
- Descripción de los materiales y/o residuos que se manejaran y generaran en el proyecto.
- Descripción general de los riesgos en caso de accidentes derrame u otro.
- Caracterización del medio y tipificación de contingencia, riesgo y acciones a realizar en cada caso.
- Indicadores para medir el éxito de la medida instrumentada
- Acciones preventivas y durante la contingencia de un derrame de aceite, combustible o residuos



- Método de remediación del cuerpo de agua y o suelo contaminado.
- Forma de difusión entre el personal implicado en las operaciones del proyecto y para el combate a la contingencia.
- Cronograma de actividades de las acciones preventivas y manejo de aceites o combustibles.
- Atención en caso de contingencia hidrometeorológicos
- Que hacer antes durante y después de un evento hidrometeorológicos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL EN MATERIA DE RESIDUOS, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.

- Introducción
- Conceptos y definiciones
- Objetivos
- Programa de capacitación para el personal
- Aspectos a considerar durante la capacitación
- Lista de asistencia
- Evidencias fotográficas

Para evitar impactos y riesgos, así como un mayor deterioro al área se propone el cumplimiento a los 100% de las medidas preventivas y de mitigación propuestas para las actividades a realizar.

Aire y Microclima.

Tal como se especifica en el Cap. VI en las medidas preventivas, se contará con personal de la empresa en el sitio del proyecto para verificar que la generación de polvos sea mínima cuando el tráfico de vehículos pesados ingrese al área del proyecto a descargar o a retirar material, de igual manera se trabajara en fase húmeda el terreno para evitar la dispersión de partículas, se tomarán fotos como evidencia.

Riesgo de accidentes.

Para todas las etapas del proyecto se capacitará al personal que se encuentre laborando en el área del proyecto en el manejo de los maquinaria y equipos para minimizar la probabilidad de que accidentalmente ocurran derrames.

En caso de sucedan derrames se deberá ejecutar el programa de atención a contingencias.



Estética.
Aunque este elemento ambiental es totalmente positivo se tendrán fotografías del antes y después del área del proyecto

VII.3. CONCLUSIÓN.

Las actividades por realizar las cuales consisten en la **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO.**

Aun cuando las obras por realizar no consisten en desazolvar un cuerpo de agua, si son congruentes con las políticas del gobierno de la república, el presidente de México Lic. Andrés Manuel López Obrador y el “Plan de desazolve los ríos de Tabasco para evitar futuras inundaciones” ya que el dicho plan tiene como objetivo el realizar acciones para evitar las inundaciones en el estado de Tabasco y con ello proteger la infraestructura, asentamientos humanos pero sobre todo la vida de las personas.

Teniendo en cuenta que el objetivo de construir la protección marginal, es DETENER LA EROSIÓN que sufre la margen Derecha del río la Sierra, las obras que se pretenden resultan de interés PRIORITARIO DE REALIZAR de acuerdo a las políticas de gobierno del presidente de México Lic. Andrés Manuel López Obrador y el “Plan de desazolve los ríos de Tabasco para evitar futuras inundaciones” por lo cual son factibles de realizar desde la perspectiva jurídica, ambiental, así como social.

En resumen, el proyecto descrito en el presente estudio no tendrá influencia negativa severa que genere desequilibrio ecológico o ponga en peligro al medio ambiente.

Por el contrario, se tendrá un efecto positivo para el desarrollo económico y social de la región; por lo que se puede concluir, en base al análisis y a los resultados obtenidos de las matrices que el **proyecto es ambientalmente viable**, si se cumplen las medidas de prevención, mitigación y compensación señaladas.



CAPITULO VIII

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

VIII.1 Formatos de presentación.

En la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental se ha utilizado la cartografía del INEGI disponible, los sistemas de información geográfica oficiales disponibles. Publicaciones científicas del área de influencia del proyecto. Y se realizaron recorridos por el área donde se pretende desarrollar el proyecto para verificar la existencia de flora y fauna.

En cuanto a la información referente al diseño del proyecto **CONSTRUCCION DE LA PROTECCION MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA A LA ALTURA DE LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**" esta fue proporcionada y es responsabilidad del promovente.

8.1.1.- Planos definitivos (Ver anexos).

8.1.2.-Fotografías.

8.1.3.- Videos. No es el caso.

8.1.4.- Listas de flora y fauna. Se describen en el capítulo 4.

8.2 Otros anexos.



Términos:

Ámbito: espacio incluido dentro de ciertos límites.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la



capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambienta- les en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.



Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Homeostasis: es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.
Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede auto depurar un río o un lago).
-

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.



Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

Impactos residuales: impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín *indicare,* que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.



Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.
Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

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

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).
Muelle: Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los



impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Sondeo (Screening): fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el

impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.



BIBLIOGRAFÍA

- Diario Oficial de la Federación. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
- Diario Oficial de la Federación. 1993. Ley general de Asentamientos Humanos
- Diario Oficial de la Federación. 16 de mayo de 1994. Norma Oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas, en peligro de extinción, amenazado, raro y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.
- Diario Oficial de la Federación. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Y su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geografía, UNAM. México.
- Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Centro.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Tabasco (2019)
- Regiones Marinas Prioritarias, Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, Comisión Nacional del Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. http://www.conabio.gob.mx/
- Áreas hidrológicas prioritarias de México. Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, Gómez y E. Loa. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad, México.
- Áreas Naturales Protegidas de México.
- INEGI 2014. anuario Estadístico, Estado Tabasco. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Palma, L. D. y J. Cisneros. 1996. Plan del uso sustentable de los suelos de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco.
- Vizcaíno Murray, F. 1975. La Contaminación en México. Fondo de Cultura Económica.
- West, R. C., Psuty, N. P. y B. G. Thom. 1985. Las tierras bajas la Tabasco, en el Sureste de México. Gobierno Del Estado de Tabasco.
- Zavala Cruz, Joel. 1988. Regionalización natural de la zona petrolera de Tabasco INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco.
- Sistema de información de ordenamiento Ecológico (SIORE-SEMARNAT) http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#app=63dc&42b1-selectedIndex=2&9543-selectedIndex=0&6989-selectedIndex=0&4b45-selectedIndex=0&a18c-selectedIndex=0
- Sistema de Información Geográfica sobre Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA-SEMARNAT) http://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia5e5publico/bos/bos.php#
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- Geoinfomex- Servicio Geológico Mexicano https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/



- Atlas del Riesgo del estado de Tabasco. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/fenomeno
- Matriz de caracterización de impactos ambientales, tomando como base el modelo propuesto por V. Conesa Fdez. – Vítora (2003)

"ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"



IV.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO.

IV.1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DE LA ZONA DEL PROYECTO.

FECHA: AGOSTO DE 2023

CONTRATO: 2023-B05-B57-CD-27-RF-I3-A-OR-0043

CONTRATISTA: SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

SIICSA

Contenido

1. Introducción. 4
2. Antecedentes. 5
3. Localización. 8
3.1. Localización general y extensión territorial. 8
3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio. 9
4. Geografía de la zona de estudio. 10
4.1. Precipitaciones. 10
4.2. Clima. 10
4.3. Hidrografía e hidrología. 10
4.4. Relieve. 11
4.5. Edafología y geología. 11
4.6. Uso del suelo y vegetación. 11
5. Objetivos. 16
6. Información recopilada. 17
6.1. Ortofotos satelitales precedentes del tramo de estudio. 17
6.2. Obtención de ortofotos actuales de la zona por fotogrametría con drone. 19
6.3. Descripción de eventos hidrometeorológicos. 22
6.4. Datos de estaciones hidrométricas y climatológicas. 24
6.5. Aforo del rio la sierra en el tramo de estudio en condiciones actuales. 27
6.6. Planos del diseño de la infraestructura hidráulica actual existente. 28
7. Reporte de visitas de campo. 29
7.1. Visita No. 1. 29
7.2. Visita No. 2 41
7.3. Visita No. 3 50
7.4. Conclusiones de la visita. 58
7.5. Anexo fotográfico. 59
8. Planteamiento de la problemática. 70
8.1. Planteamiento general de la problemática en la zona de estudio. 70
8.2. Análisis morfológico particular del tramo de estudio. 79
9. Conclusiones del informe. 87

AUTOR

[redacted]

INGENIERO HIDRAULICO Y PROYECTISTA

SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

REVISION Y APROBACIÓN

[redacted]

RESIDENTE DE SERVICIOS

COMISION NACIONAL DEL AGUA

1. Introducción.

El presente documento está consignado a realizar el **Planteamiento de la Problemática de la Zona del Proyecto** del rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo, del municipio de Centro, Tabasco.

Debido a la necesidad de proteger las márgenes del río La Sierra, se realizaron recorridos en campo, al inicio de los trabajos, para identificar el problema que se presenta sobre la margen derecha de la ranchería Torno Largo. En las visitas a campo se recorrieron las márgenes del rio donde se visualizaron lo puntos con problemas de estabilidad marginal y se identificaron las zonas donde habrá de protegerse a la población contra los problemas de falla marginal.

Durante los recorridos se observaron las condiciones prevalecientes en el lugar y se determinaron las principales consideraciones para la realización de los trabajos de campo (topografía y geotecnia) así como para la ejecución del proyecto ejecutivo. Así mismo, se anexo un álbum fotográfico de las visitas al sitio de estudio, donde se podrá observar con más detalle todos los puntos de conflicto de la zona.

En este documento se recopilo toda la información que se consideró necesaria para el desarrollo del estudio y proyecto. Se realizó en gabinete la identificación de la problemática con todos los elementos necesarios para su acertado diagnóstico. Al final del informe se emiten las conclusiones necesarias que servirán para continuar con los posteriores trabajos del contrato.

2. Antecedentes.

La enorme planicie del estado de Tabasco que se ha formado a lo largo de miles de años debido a la aportación de grandes cantidades de sedimentos y volúmenes de agua que dieron lugar a una intrincada red de cauces y zonas inundables, han hecho de la cuenca Grijalva – Usumacinta, la más importante y compleja del país; al presentarse periódicamente grandes avenidas que cubrían grandes extensiones de esta planicie y al descender los niveles de agua después de cada inundación, dejaban capas de sedimentos ricos en nutrientes que favorecían a la agricultura y levantaban paulatinamente los terrenos.

Esto permitió que las antiguas culturas como la olmeca y la maya, lograran desarrollar una estrecha vinculación con su medio ambiente, vinculando la cuenca hidrológica con los sistemas costeros y marítimos, lo que les permitió establecer pueblos a las orillas de los ríos y construir importantes poblaciones que se asentaron en la cuenca del Grijalva – Usumacinta, creando verdaderas sociedades hidráulicas como lo atestiguan las numerosas obras hidráulicas que construyeron; también supieron explotar sin agotar los recursos naturales creando policultivos y sistemas hidroagricolas, que permitieron sustentar y alimentar grandes núcleos de población asentados en estas tierras, desde antes de la conquista por los españoles y crearon una red de navegación fluvial, y costero, que les permitió llevar a cabo intercambios comerciales que abarcaban desde el altiplano de México hasta Guatemala y Honduras, siendo Tabasco reconocido desde la época prehispánica por sus intercambios comerciales.

A lo largo de la historia de Tabasco, la planicie ha sufrido drásticas transformaciones que han modificado la libre circulación del agua en los cauces de los ríos, presentándose en las condiciones actuales lo que podríamos llamar una red hidrológica de ríos encadenados ya que se ha modificado radicalmente el comportamiento de los ríos. Estas modificaciones que ha tenido la red fluvial se deben tener en cuenta en el diseño y control de obras hidráulicas que se proyecten, ya que los ríos tienen memoria y tienden a reconocer sus antiguos cauces.

Tabasco cuenta con la precipitación pluvial más alta del país y sus escurrimientos conforman una de las descargas de agua dulce más importante del planeta, al transitar por su territorio los ríos más caudalosos de México. A la intensidad de las lluvias y la presencia de caudalosos ríos, se han sumado sus selvas convertidos en potreros y un crecimiento urbano hacia zonas de alto riesgo, lo cual configura que exista un alto grado de vulnerabilidad ante las inundaciones y de inestabilidad morfológica.

Así mismo, se tiene que en el rio **La Sierra**, el cual escurre sobre material aluvial y se ubica en planicie, sufre desplazamientos laterales en las curvas, en su mayoría, estos desplazamientos deben ser controlados para minimizar riesgos de afectación a las vías de comunicación, centros de población, obras de infraestructura y a zonas de cultivo, que se encuentren aledaños a las riberas del río. Para ello es necesario, construir obras hidráulicas que permitan tal efecto de protección, como son: espigones, recubrimientos marginales o diques marginales.

A finales de 2007, y antes de la culminación de las acciones estructurales y no estructurales del PICI se dieron en el área de operación del proyecto, un conjunto de eventos meteorológicos con periodo de retorno cercano a 100 años, ocurridos en septiembre y octubre de 2007 y que provocaron una inundación, que cubrió el 70% del territorio del estado de tabasco.

Asimismo, en 2008 se registraron precipitaciones acumuladas mayores a las de 2007, que provocaron inundaciones en aproximadamente el 30% del estado; la ciudad de Villahermosa no sufrió afectaciones importantes, por lo que el evento se consideró menor al del año anterior. Una situación similar fue registrada en 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, razón por la cual la secretaría de gobernación emitió declaratorias de emergencia y de desastre.

Derivado de lo anterior, la CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), realizaron convenios de colaboración para identificar las acciones a seguir en la entidad que permitieran mitigar el riesgo de las inundaciones.

En 2014 se registró ante la secretaría de hacienda y crédito público, la cartera 1416b000146 denominado "**Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua en el estado de Tabasco** (PROHTAB)", tiene como objetivo la reducción del riesgo de inundaciones provocadas por fenómenos climatológicos extremos que puedan afectar a la población y áreas productivas del estado de tabasco. El PROHTAB considera beneficiar a un total de 166,422 hectáreas y 1'874,244 habitantes entre 2015-2022, que constituyen la población objetivo del proyecto.

La comisión nacional del agua a través la dirección local tabasco tiene programado la realización de estudios y proyectos en el estado de tabasco. Por otra parte, con fundamento en el artículo 18, cuarto párrafo de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, la comisión nacional del agua a través de la dirección local tabasco, han decidido que la prestación de los servicios para elaborar estudios y proyectos ejecutivos, las

realicen empresas, con amplia y comprobable experiencia en la revisión y supervisión de estudios y proyectos ejecutivos, relacionados con las vías terrestres e hidráulica, incluyendo la ingeniería de sitio y normatividad vigente, que dispongan de la capacidad técnica, financiera y de organización para realizar esta tarea, que es materia de este documento, incluyendo los equipos e instrumentos necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Como parte de los recorridos de inspección a cargo de la subdirección de obras de protección e ingeniería de ríos de la dirección local tabasco, se han identificado sitios vulnerables que requieren atención inmediatica los cuales ponen en riesgo a la población, por este motivo se identificaron aquellas acciones que pueden ser atendidas dentro del marco de las acciones registradas en el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB).

Por lo anterior, esta comisión nacional del agua requiere realizar el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**.", con el objeto de poder definir los trabajos que minimicen los efectos de erosión causados por el río de la sierra.

3. Localización.

La localización geográfica nos permitirá ubicar mediante coordenadas, el punto que queremos encontrar para fines de visita o de contemplar el espacio de nuestra zona de estudio. Es importante que se mencione desde la macro localización; es decir indicar país, estado y municipio, y así mismo indicar a través de la micro localización; aquella que pueda darnos ya con exactitud los datos que nos indiquen el acceso por medios de transporte y además unas coordenadas por si existe la manera para el interesado de ubicarlo con medios satelitales.

3.1. Localización general y extensión territorial.

La zona de estudio se ubica en el municipio de Centro, localizado en la región Centro, tiene como cabecera municipal la ciudad de Villahermosa entre los paralelos 17°59' de latitud norte y 92° 56' de longitud oeste.

El municipio Colinda al Norte con el municipio de Centla, al Este con el municipio de Macuspana, al Oeste con los municipios de Nacajuca y Cunduacán, y al Sur con los municipios de Jalapa y Teapa. La extensión territorial del municipio es de 1,611.12 km², los cuales corresponden al 6.59% respecto del total del estado, ocupando el 7º Lugar en la escala de extensión territorial (figura 1).



Figura 1. Macro localización.

3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas aproximadas del punto de referencia (punto del centro del tramo en estudio), con el fin de identificar en este documento la zona de estudio (ver tabla 1). Y en la figura 2 se puede observar la ubicación de la zona de estudio.

Tabla 1. Coordenadas de la zona de estudio.

Coordenadas en Proyección UTM	
X= 511,098.80	Y= 1´981,682.45

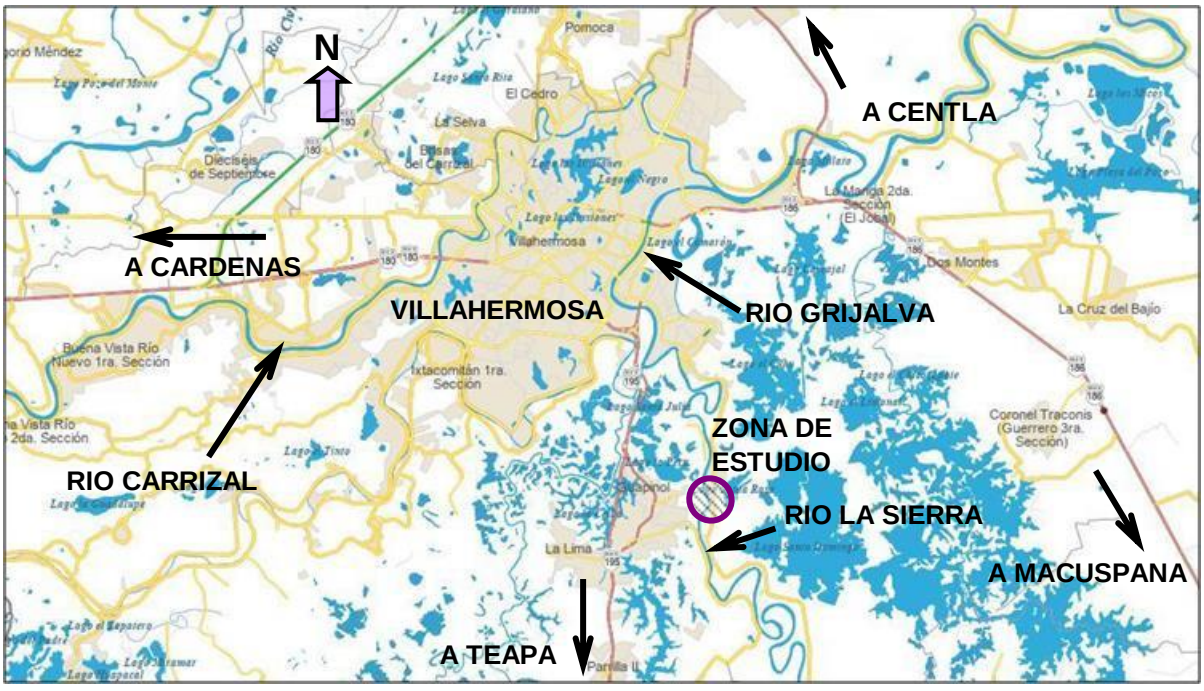


Figura 2. Micro localización.

4. Geografía de la zona de estudio.

La geografía de nuestro sitio de estudio, nos permitirá analizar los diversos fenómenos en sus características y distribución ya sea de relieve, clima, vegetación, población entre muchas otras más. Como parte de este informe, nos interesara conocer de manera puntual ciertas características en la zona de nuestras cuencas que nos ayude a tener una idea de las condiciones que influirán en los cálculos que más adelante se desarrollaran.

4.1. Precipitaciones.

Debido a su localización geográfica, el estado de Tabasco está situado en una de las zonas más vulnerables a los fenómenos hidro-meteorológicos severos, por ello es considerado una de las regiones más lluviosas de la República. Desde el punto de vista hidrológico, en él se desarrolla un complejo sistema de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) "la precipitación anual que ocurre en la región se encuentra entre las más altas del mundo (1,500 milímetros hacia la zona costera y hasta 4,000 en las zonas de las sierras), siendo en consecuencia la más alta en la República Mexicana como se puede apreciar en la figura 3 y 4.

4.2. Clima.

En la zona de estudio predomina el clima calido semi-calido húmedo (ver figura 5) debido a que se localiza en la franja intertropical del planeta y a que la disposición del relieve propende la retención de humedad. La temperatura promedio oscila en un rango de 26° a 28°. La región de las cuencas de la zona de estudio presenta lluvias casi todo el año, en la zona de estudio hay abundantes lluvias de junio a noviembre y cesan relativamente de enero a mayo. Así mismo, las precipitaciones oscilan entre los 1500 mm y 2000 mm.

4.3. Hidrografía e hidrología.

El área de las cuencas de la zona de estudio se localiza en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y subregión hidrológica del rio La Sierra, las aportaciones pluviales nutre de sus aguas a estos importantes colosos hidrográficos, dando lugar, a fin de cuentas, a las mayores cuencas acuíferas del país, como se puede observar en la figura 6.

4.4. Relieve.

La zona de estudio se localiza en la planicie del estado de tabasco el cual pertenece a la provincia de la llanura costera del golfo sur, donde el sistema de topo formas es una zona plana (ver figura 7). Los niveles en toda esta parte de la región no sobre pasa los 10 msnm (véase la figura 8).

4.5. Edafología y geología.

En la zona de estudio predomina el tipo de suelo Gleysol (hasta un 90%), y en menor medida los suelos Cambisol, Vertisol, Acrisol, Fluvisol y Luvisol. La zona tiene como periodo geológico el neógeno, cuaternario y paleógeno. El tipo de roca es; Sedimentaria y Lutita-arenisca y suelo tipo aluvial, palustre y lacustre (véase la figura 9).

4.6. Uso del suelo y vegetación.

La zona estudio se tiene como uso potencial de la tierra el pastizal cultivado, aprovechamiento de vegetación de pastizal y el uso de mayor área es el urbano con infraestructura de viviendas y así mismo se tienen arbolares de diversas especies como se puede observar en la figura 10.

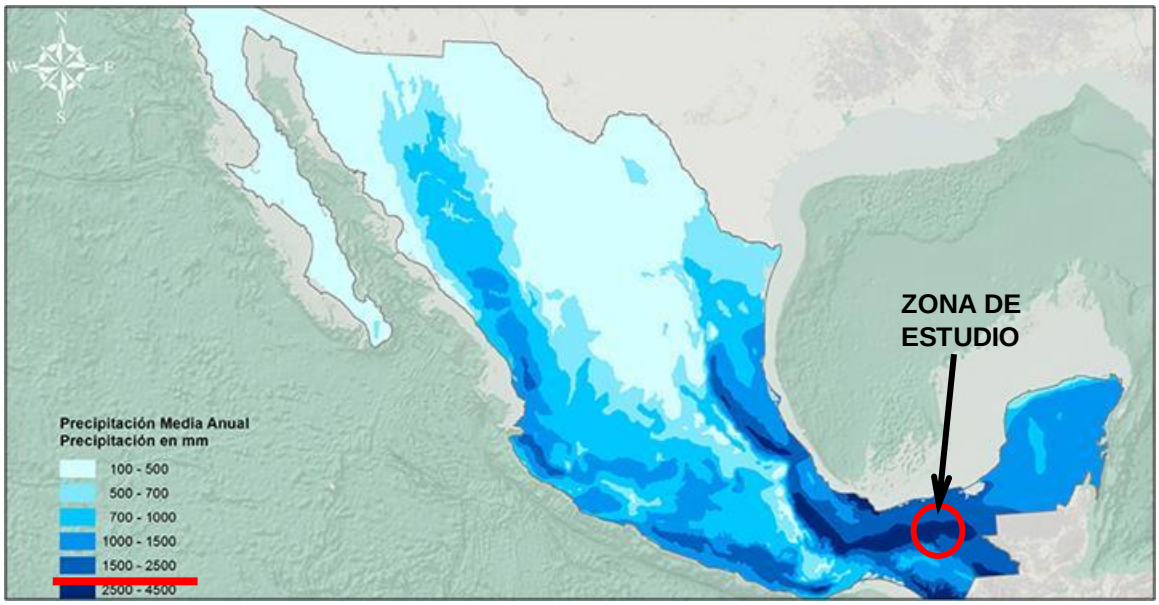


Figura 3. Mapa de precipitaciones media de la república mexicana (Fuente Inegi).

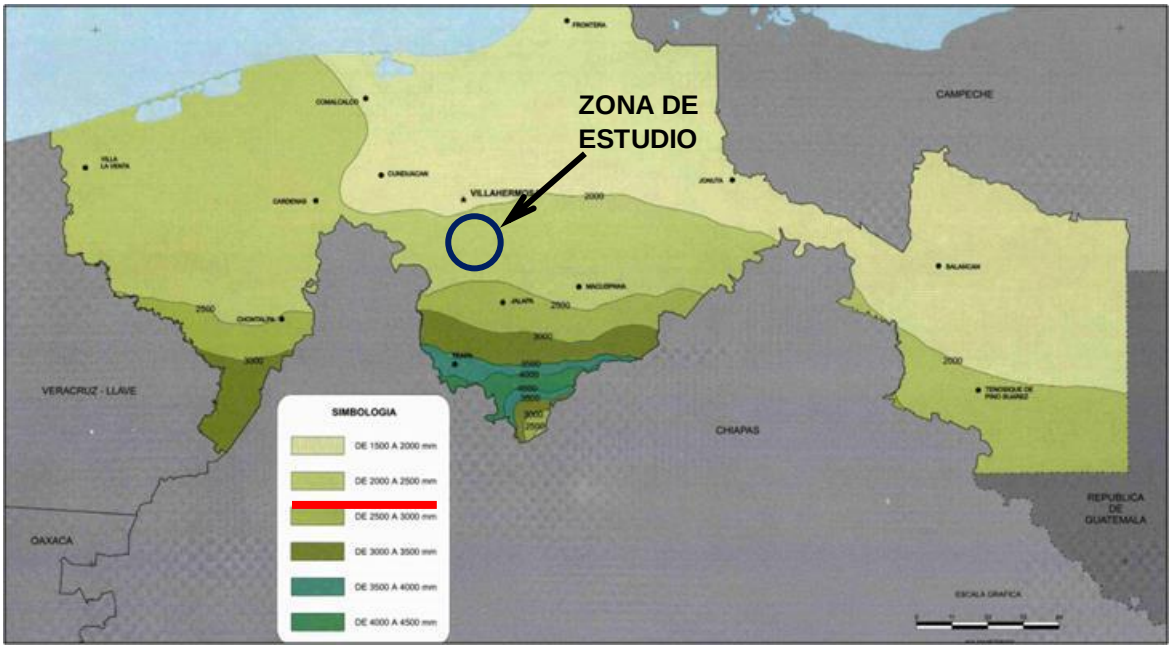


Figura 4. Mapa de precipitaciones media del estado de Tabasco (Fuente Inegi).



Figura 5. Mapa Climatológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

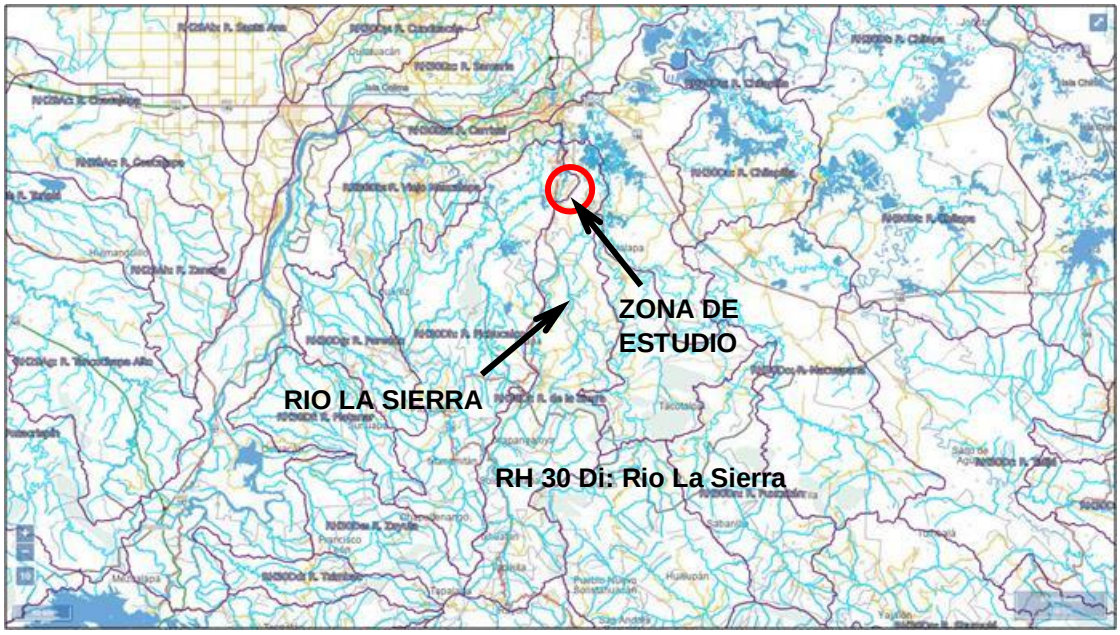


Figura 6. Mapa Hidrológico General de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 7. Mapa de Fisiografia de la zona de estudio (Fuente Inegi).

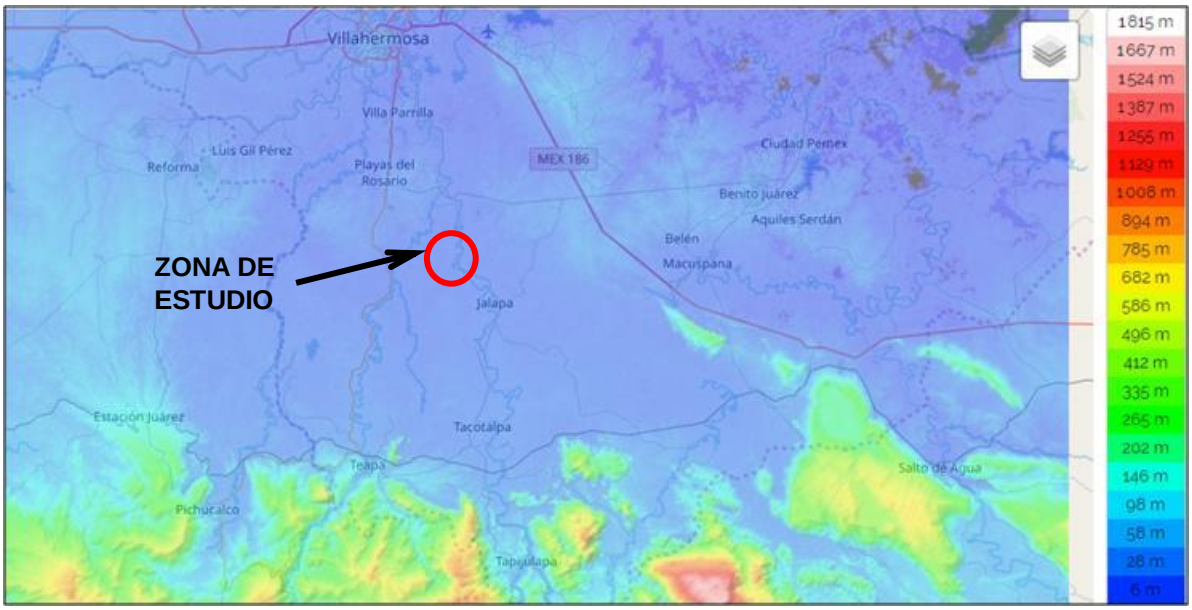


Figura 8. Mapa de relieve de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 9. Mapa edafológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 10. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio (Fuente Inegi).

5. Objetivos.

El objetivo General del contrato es: realizar los trabajos necesarios de campo y gabinete requeridos para integrar de manera satisfactoria el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**" de acuerdo a la normatividad vigente.

Como parte del presente informe, se planteó un objetivo particular:

Realizar el planteamiento de la problemática de la zona donde se realizara el proyecto ejecutivo, identificando las zonas en riesgo provocadas por las erosiones sobre la margen derecha del rio La Sierra.

Objetivos desglosados:

- Realizar recorridos detallados por el sitio con la finalidad de conocer con precisión la zona de estudio, identificar marcas de agua, accesos, así como la forma en que se llevarán a cabo los trabajos de ingeniería básica.
- Intercambiar opiniones y sugerencias con el residente de la dependencia para conocer detalladamente las necesidades que se tienen y así poder planear la realización de los estudios que se requieren en el proyecto ejecutivo.
- A partir de las visitas de campo ubicar el tramo de estudio y las condiciones prevalecientes, identificándose los puntos críticos de falla así como las situaciones que dan origen a la problemática en el lugar.
- Realizar un análisis de la problemática actual en la zona del tramo afectado por las erosiones y con ello obtener una conclusión tentativa del porque está ocurriendo las fallas en el sitio.

6. Información recopilada.

Se recopilaron tres tipos de información necesarias para el planteamiento de problemática, estas son:

1. Imágenes satelitales históricas del tramo de estudio, mismas que servirán para observar el avance erosivo a través del tiempo y la magnitud de esta incidencia, e imágenes actuales por fotogrametría.
2. Descripción de los eventos meteorológicos, datos de estaciones hidrométricas y climatológicas cercanas al sitio de estudio y aforos del rio en condiciones actuales en fecha del estudio.
3. Información de estudios y proyectos ejecutivos realizados de la infraestructura hidráulica actual existente en el tramo de estudio para el control de erosiones y/o de inundaciones.

6.1. Ortofotos satelitales precedentes del tramo de estudio.



Figura 11. Imagen satelital de la zona de estudio en el año 2003 (Fuente Google earth).



Figura 12. Imagen satelital de la zona de estudio en el año 2011 (Fuente Google earth).



Figura 13. Imagen satelital de la zona de estudio en el año 2017 (Fuente Google earth).



Figura 14. Imagen satelital de la zona de estudio en el año 2023 (Fuente Google earth).

6.2. Obtención de ortofotos actuales de la zona por fotogrametría con drone.

Durante el recorrido de verificación de trabajos de campo, se tuvo el propósito de identificar las zonas con mayor afectación por el efecto del río y tener un panorama claro en la realización del proyecto ejecutivo, por ello se realizó de manera adicional, un vuelo con un "Drone" para sobre volar toda la zona e ir capturando imágenes de diferente ángulos y panoramas, así como un video del recorrido del vuelo de aguas arriba hacia aguas abajo en el tramo del estudio (ver figura 15, 16 y 17).

Así mismo, se obtuvo con el vuelo fotogramétrico una serie de ortofotos, que fueron unidas en forma colash y de manera geo referenciada, para obtener así, una imagen completa del tramo de estudio que abarca inicio y fin de lo indicado en el contrato, como se puede observar en la figura 18.



Figura 15. Vista de la colocación del "drone" para su uso en el tramo de estudio.



Figura 16. Vista de la operación de aparato para programado para el vuelo.



Figura 17. Vista del sobre vuelo del aparato en la zona de estudio.

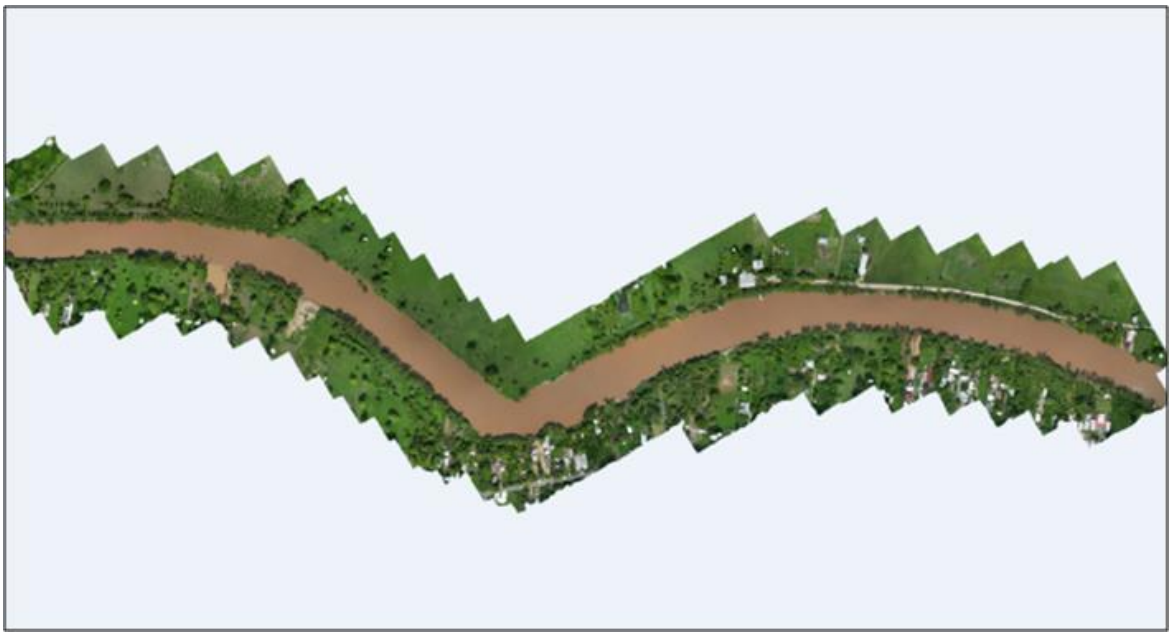


Figura 18. Vista de la imagen de ortofotos satelitales de todo el tramo de estudio.

6.3. Descripción de eventos hidrometeorológicos.

La zona de estudio ha estado sujeta en los últimos años a inundaciones frecuentes, así como a problemas de erosiones en sus márgenes. En primer término debido a que el sistema de ríos de la Sierra, cuyo curso pasa por las inmediaciones de Villahermosa, genera grandes escurrimientos y no cuenta con infraestructura de control. Para los eventos históricos máximos, los caudales observados en el rio La Sierra superaron los **4000 m3/seg**, los cuales sobrepasan en gran medida los valores críticos de desbordamiento en los cauces de este sistema de ríos.

Durante el evento que dio origen a las máximas avenidas con sus consecuentes problemas de inundaciones en octubre y noviembre de 2007, confluyeron diversos efectos desfavorables.

- Precipitaciones antecedentes que generaron que los caudales y niveles en los ríos de La Sierra se elevaran considerablemente además de que mantuvieron muy húmedos los suelos de la cuenca, reduciendo la capacidad de infiltración.

- Precipitaciones y escurrimientos elevados y simultáneos en los ríos de La Sierra y Usumacinta.

- Condiciones de marea por arriba de la media, pues se sumó a la marea astronómica, la marea de tormenta ocasionada por los vientos del norte del Golfo de México, debidos al frente frio número cuatro. Este efecto sin ser definitivo, se sumó a los anteriores para disminuir la capacidad de desfogue de los cauces.

Durante el mes de **octubre del 2007** se registraron importantes precipitaciones en la cuenca del rio de La Sierra, sobre todo en la parte norte, tal y como se puede observar en la figura 19.

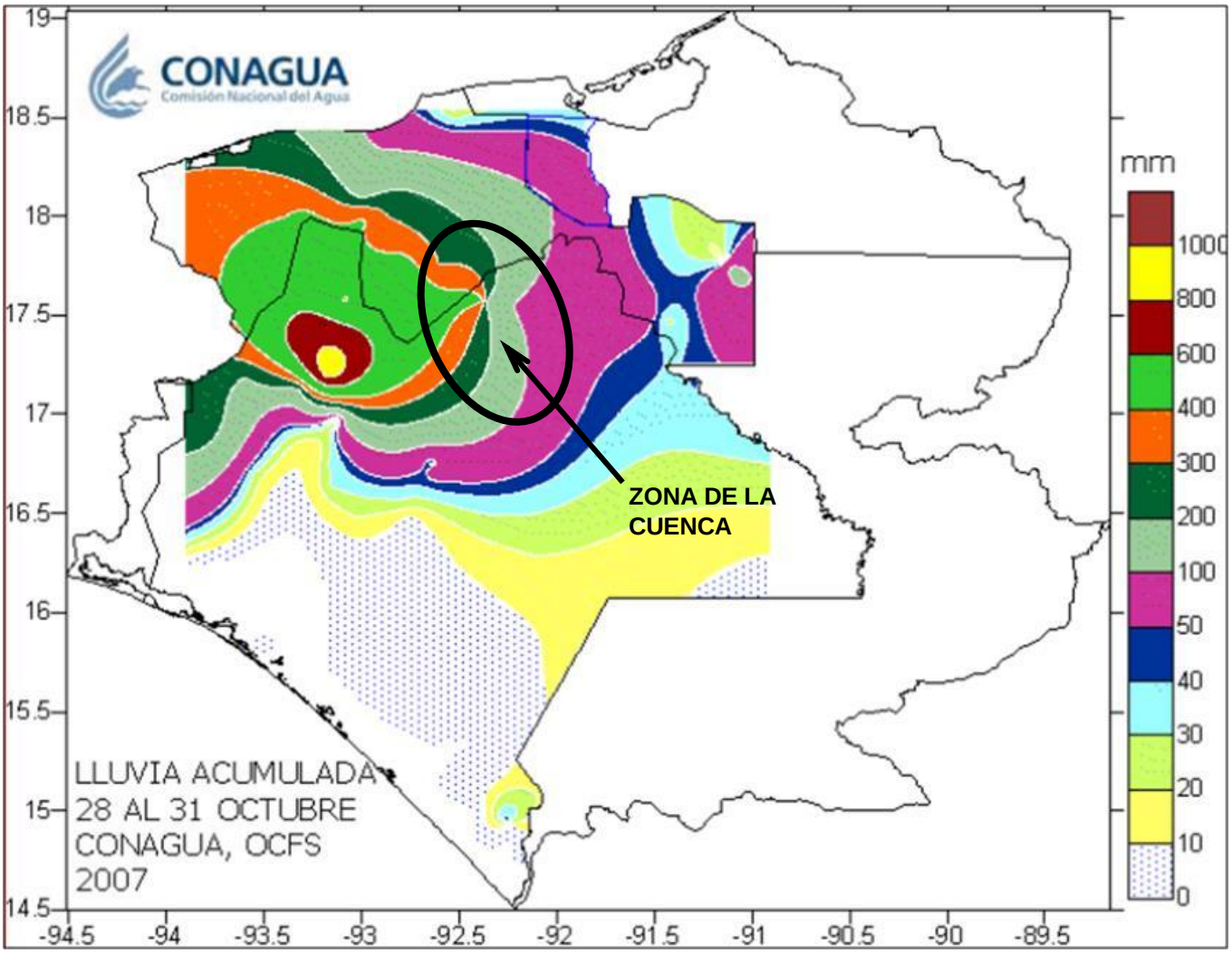


Figura 19. Lluvias máximas generadas en la cuenca de la zona de estudio.

Adicionalmente a las lluvias máximas, los suelos de la cuenca se encontraban con altos contenidos de humedad, lo que ocasiono que una gran proporción de las precipitaciones ya no se infiltrara y se tradujeran en escurrimientos.

6.4. Datos de estaciones hidrométricas y climatológicas.

A continuación se describirá los pasos breves con la que se obtuvieron la información de datos de precipitaciones y gastos:

- De la página oficial de **CONAGUA** se obtiene un archivo **KML** que proporciona la dependencia para poderlas visualizar satelitalmente a través del programa **Google Earth**.
- Se visualizan cada una de las estaciones que están operando y suspendidas, y se ubican las estaciones en toda la región de la cuenca a estudiar, tanto adentro del área de cuenca como a la periferia externa (ver figura 20). Así mismo, se ubica que estación hidrométrica se encuentra sobre el rio la Sierra.
- Se ubican las estaciones en el mapa digitalizado de **AutoCAD** de la información descargada explicada anteriormente, cuyas coordenadas y medidas son a escala real, y se colocan los puntos de las estaciones climatológicas y el punto de la estación hidrométrica.



Figura 20. Estaciones hidrométricas sobre la zona de interés.

Se localizó una estación hidrométrica sobre el cauce del rio La Sierra con el número **30016** nombrada como **Pueblo Nuevo** precisamente ubicada en el poblado Pueblo Nuevo, ubicado aproximadamente a 18 km del tramo de estudio siguiendo el curso del rio.

La estación Pueblo Nuevo está situada a 26 kilómetros al sur de Villahermosa, Tabasco y a 800 metros aguas abajo de Pueblo Nuevo de las Raíces, en el municipio Centro del estado de Tabasco. Es accesible por la carretera que sale al sur de Villahermosa, Tabasco. Rumbo a Teapa, y 19 km de la primera, existe una desviación que conduce a Macuspana, la cual se sigue seis kilómetros hasta el poblado de Pueblo Nuevo, de donde a 800 metros aguas abajo. Se colocó para conocer el volumen aportado por el rio La Sierra al rio Grijalva.

El tramo es recto en 300 metros y sus márgenes están constituidas por material areno-arcilloso, La sección es irregular, sus márgenes y el fondo del cauce están formados por material limo-arenoso. Está colocada perpendicularmente al eje de la corriente. Hay una escala que se lee cada seis horas durante el estiaje y cada hora en las crecientes, situada a 200 metros aguas abajo de la sección de aforos, es de madera y está seccionada en ocho tramos escalonados, con una capacidad total de diez metros.

Se aforaba en canoa con una estructura de cable de acero de 0.95cm de diámetro, apoyada en masteleros de madera de ocho metros de altura. En junio de 1960 se reconstruyó la estación quedando formada por torres de concreto de 11 metros de altura. Durante el período comprendido entre noviembre de 1947 y junio de 1960 los aforos se practicaban desde una canoa y de junio de 1960 a la fecha se practican desde la canastilla. Datos disponibles a partir del 20 de noviembre de 1947 a la fecha.

El registro continuo y automático de niveles se obtiene mediante el empleo de un limnígrafo Stevens tipo "E" colocado en caseta y pozo de ladrillo, situado sobre la margen derecha a 200 m aguas abajo de la sección de aforos

La dependencia federal CONAGUA proporciono la información de los registros históricos de gastos máximos anuales de la estación hidrométrica cuyos valores son los siguientes:

Tabla 2. Registro histórico de gastos en la estación Pueblo Nuevo.

Año	Gasto (m3/s)	Año	Gasto (m3/s)
1948	787.88	1981	937.40
1949	722.14	1982	878.49
1950	703.00	1983	686.66
1951	722.29	1984	877.45
1952	883.75	1985	623.01
1953	746.62	1986	870.55
1954	692.50	1987	707.88
1955	785.75	1988	878.32
1956	734.00	1989	984.55
1957	742.00	1990	1270.14
1958	774.25	1991	680.83
1959	742.88	1992	1012.06
1960	749.13	1993	720.58
1961	908.19	1994	685.94
1962	919.25	1995	833.11
1963	887.62	1996	860.93
1964	937.32	1997	774.70
1965	824.75	1998	825.17
1966	835.25	1999	881.19
1967	917.22	2000	784.32
1968	896.51	2001	873.29
1969	904.61	2002	734.11
1970	873.11	2003	881.64
1971	789.90	2004	740.52
1972	800.50	2005	686.48
1973	896.43	2006	712.23
1974	822.07	2008	978.97
1975	863.28	2009	488.45
1976	807.01	2010	1440.97
1977	848.58	2011	1499.58
1978	918.04	2012	792.43
1979	895.52	2013	838.25
1980	832.66	2014	972.87

6.5. Aforo del rio la sierra en el tramo de estudio en condiciones actuales.

Como parte de los trabajos de campo, se realizó una medición de velocidades (aforo) con una ecosonda RiverRay ADCP, siendo este un perfilador acústico Doppler. Para conocer el gasto en el tramo de estudio a un cierto nivel dado, es decir en el mismo momento del aforo, y más adelante sea un dato de calibración de modelo hidráulico que se tienen que realizar más adelante.

Se plantearon transectas de control exactamente en el centro del tramo de estudio, en el km 1+000 y usando la metodología de recorrer ida y vuelta de margen a margen una transecta del cauce, dando los resultados de la figura 21.

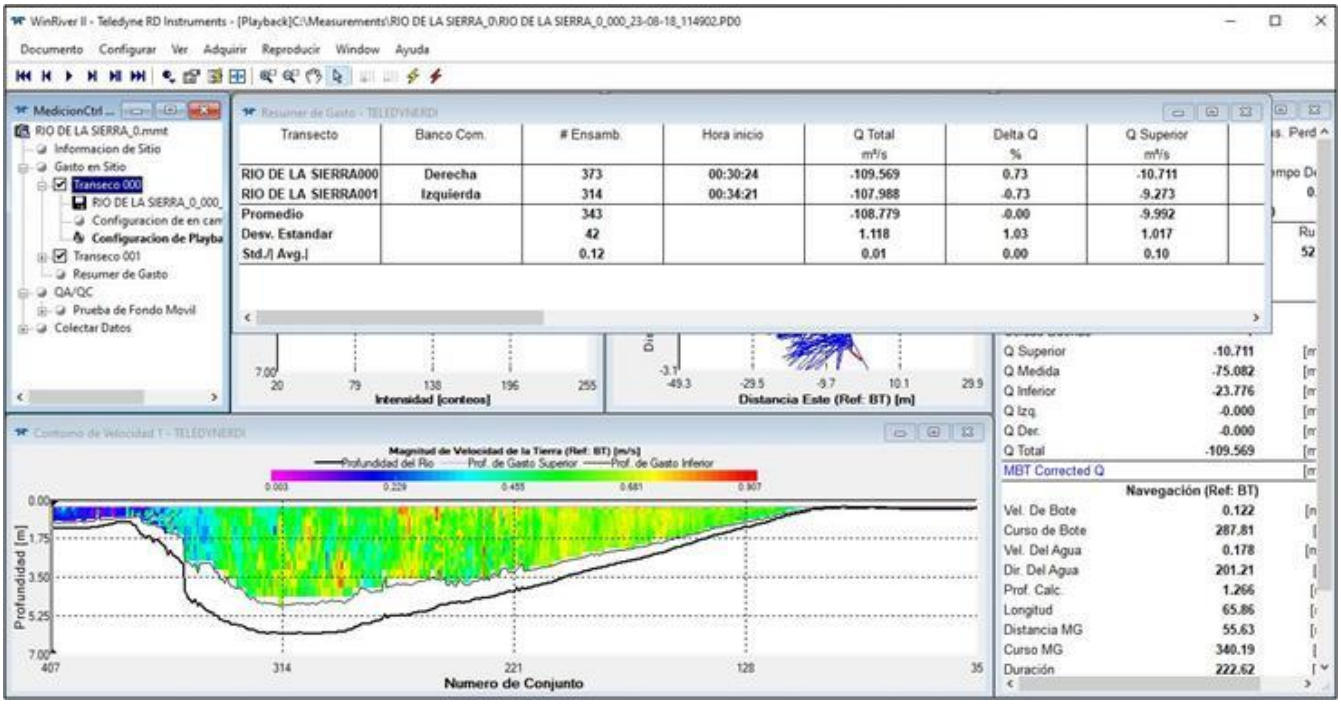


Figura 21. Resultados de la medición.

6.6. Planos del diseño de la infraestructura hidráulica actual existente.

La dependencia CONAGUA, hizo entrega en forma magnética de información técnica correspondiente al proyecto para protección marginal del rio La Sierra en la ranchería Torno Largo realizado en el año 2015 cuya construcción de obra se realizó en el año 2016 (figura 22).

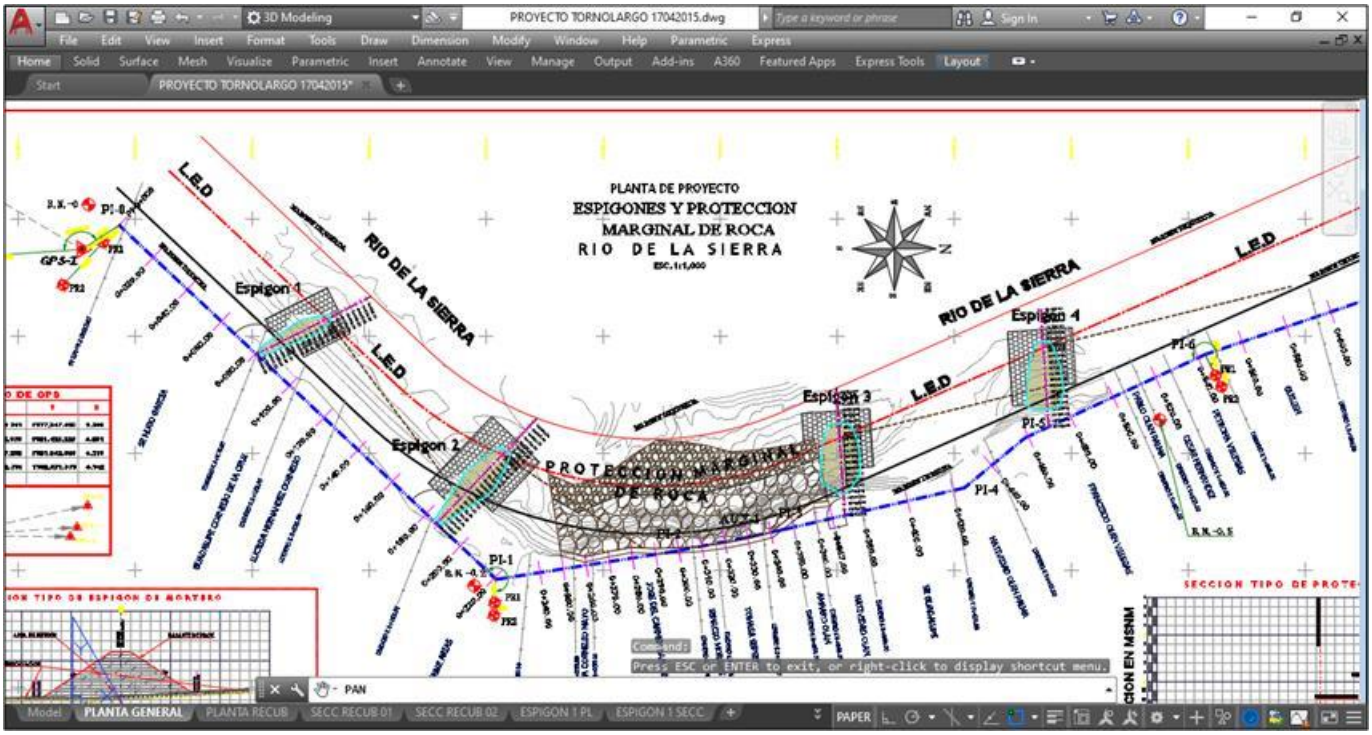


Figura 22. Información del proyecto recopilada de la infraestructura existente en el tramo.

La información que fue proporcionada por la CONAGUA es la siguiente:

Plano de la planta del proyecto general.

Plano de los espigones con bolsacreto.

Plano de secciones y detalles.

7. Reporte de visitas de campo.

7.1. Visita No. 1.

- **Fecha en que se realizó la visita:**

La visita se realizó el día 08 de Agosto del 2023.

- **Personal que realizó la visita:**

[redacted]

- **Cronología y observaciones que se efectuaron durante la visita:**

La visita dio inicio en la margen derecha del río La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo 1ra sección, justo en el tramo de la curva siendo la zona más afectada, exactamente en donde se ubican los espigones existentes. En el lugar se observaron las condiciones del sitio para los trabajos por parte del personal de la empresa contratista, la dependencia y la supervisión externa (Figura 23).



Figura 23. Reunión del personal técnico en la primera visita.

Desde uno de los espigones se pudo observar un panorama casi completo de las erosiones sobre la margen derecha del rio, tanto de aguas arriba y aguas abajo del sitio (ver figura 24 y 25).



Figura 24. Punto de observación hacia aguas abajo del sitio de estudio.



Figura 25. Punto de observación hacia aguas arriba del sitio de estudio.

Durante el recorrido de campo se delimitaron físicamente el inicio y el fin de la zona para el estudio; de acuerdo a la experiencia de los técnicos se propuso la distribución para los sitios de exploración geotécnica (ver figura 26) y para colocar los puntos geo referenciados GPS, así como se acordó la metodología a emplear en el levantamiento topográfico en apego con los términos de referencia del proyecto.



Figura 26. Punto acordado para un sondeo de geotecnia muy cercano a las erosiones más críticas.

Desde ese mismo punto, se pudo apreciar un tramo de margen de las más afectadas por la erosión, con una longitud aproximada de 100 metros. El corrimiento marginal y deslave ha sido bastante severo como se aprecia en la figura 27, en este punto se presenta un avance de unos 30 metros de ancho que ha ganado el rio, ya algunas de las construcciones muy cercanas a la orilla han sido destruidas y aun muchas otras siguen en riesgos. Según lo visto en las partes donde se puede accesar a las orillas del barrote del rio, se denota que hay problemática de toda la curva que está en estudio hacia aguas abajo.



Figura 27. Vista desde la margen derecha de uno de los tramos más severos erosionados.

El recorrido continúo desde este punto hacia aguas arriba y agua abajo del tramo de estudio, a la altura donde se ubican otros espigones de bolsacreto existentes. Sobre la marcha se fue observando las condiciones de toda la margen derecha del rio, y desde esas panorámicas y ángulos apreciar el tipo de material físicamente observable que tienen los taludes erosionados, sus condiciones actuales y todo lo necesario que pudiera ser relevante para el seguimiento del estudio (ver figura 28). En ese mismo momento se le indica al ingeniero topográfico que deberá levantar la infraestructura hidráulica (espigones) bien detallados pues serán necesarios para los estudios de hidráulica posteriores.



Figura 28. Vista desde uno de los espigones existentes en el tramo de estudio.

Para poder observar desde frente los tramos afectados por erosión en la margen derecha, el personal asistente se trasladaron hacia la margen izquierda y así poder tener un panorama aún más de los corrimientos marginales, los barrotes colapsados, árboles y vegetación caídos y por caerse (ver figura 29, 30 y 31).

Según las vivencias de los pobladores más cercanos a las márgenes, cada avenida o creciente del rio, se denota una degradación y corrimiento de los taludes, por lo que cada año avanza incluso hasta algunos metros.



Figura 29. Vista del colapso de árboles y vegetación en la margen derecha del rio.

Posteriormente se continúa hacia el tramo aguas abajo después de la batería de espigones existentes, para recorrer por tierra las orillas de la margen derecha. Se pudo observar de manera similar mucho corrimiento de los taludes por efectos de erosión (ver figura 32 y 33).



Figura 30. Vista de la margen derecha hacia aguas arriba.



Figura 31. Vista de la margen derecha hacia aguas abajo.



Figura 32. Vista de la erosión del talud del margen derecho del rio.



Figura 33. Imagen de una vivienda en condiciones críticas por erosión cercana.

Muy cercanas a la margen derecha en el tramo de curva se ubican como a 20 metros de la orilla las viviendas de la ranchería Torno Largo, en las cuales ya parte de su patrimonio como lo son corrales, chiqueros y parte de sus terrenos de cultivo propio se han visto afectados cuando avanza la erosión durante las avenidas. De igual manera se le pide a las cuadrillas de topografía que levanten las ubicaciones de estas viviendas (figura 34).



Figura 34. Vista de las viviendas cercanas a los tramos afectados por la erosión.

Uno de los comentarios del especialista en geotecnia es la observación que tuvo al ver físicamente el material conformado de los taludes en la parte donde se encuentran las erosiones, siendo a simple vista conformadas por arcillas y limos en algunos estratos y arenas finas a medias en otros estratos (ver figura 35).



Figura 35. Vista del material del talud de la margen al descubierto en una parte erosionada.

- **Acuerdos, decisiones e instrucciones que se hayan efectuado durante la vista:**

Durante el recorrido se localizaron marcas de agua y se platicó con algunas personas de las comunidades acerca del comportamiento general del río.

Se estableció la distribución en campo de los puntos donde se llevarán a cabo los sondeos exploratorios de mecánicas de suelos y los puntos de GPS.

Se dio la instrucción por parte del residente del servicio que los trabajos se realicen en apego a los términos de referencia del proyecto.

Se delimitaron las zonas pertinentes para el levantamiento topográfico así mismo se identificaron las principales construcciones que influirán en el proyecto.

Se acordó dar inicio de forma inmediata al levantamiento topográfico y a los trabajos de exploración geotécnica.

También se indicó de parte del residente del servicios que realizaría más visitas para llevar un seguimiento de los trabajos de campo y corroborar su avance y su apego a los acuerdos tomados y a los términos de referencia.

7.2. Visita No. 2

- **Fecha en que se realizó la visita:**

La visita se realizó el día 18 de Agosto del 2023.

- **Personal que realizó la visita:**

[redacted]

- **Cronología y observaciones que se efectuaron durante la visita:**

La vista numero 2 (dos) tuvo su punto de reunión sobre la margen izquierda del rio por ser de ese lado que quedo definido que se realizaría el trazo de la poligonal de apoyo. Una vez reunido el personal técnico inicio la visita en la margen izquierda avanzando de aguas abajo hacia aguas arriba de acuerdo al cadenamiento del trazo. Durante esta visita se revisaron los avances a los trabajos de campo tanto de topografía como de exploración geotécnica. De igual forma se hicieron algunas recomendaciones para agilizar y optimizar los trabajos de campo realizados por la empresa contratista Servicios Integrales de Ingeniería y Calidad S.A. de C.V.

La distribución de los GPS, quedaron en las estaciones 0+000 para el GPS-01, 1+000 para el GPS-02 y en la 2+000 el GPS-03. Al llegar al tramo en los puntos de esos cadenamientos, el avance que tenían es que el GPS-01 ya se encontraba rotulado, el GPS-03 lo estaban rotulando y con respecto al GPS-02 se estaba posicionando como se pueden observar en las figuras 36, 37 y 38.



Figura 36. Vista de la ubicación del GPS -01.



Figura 37. Vista de la ubicación del GPS -02.



Figura 38. Vista de la ubicación del GPS -03.

El recorrido fue siguiendo los trazos topográficos sobre la margen izquierda según la planeación de la ruta de las erosiones en curva y durante el mismo se fueron revisando los avances en los trabajos (ver figura 39, 40 y 41).



Figura 39. Verificación de los trabajos de trazo de la poligonal de apoyo.



Figura 40. Vista de la nivelación de la poligonal de apoyo.



Figura 41. Vista de los trabajos topográficos del tramo de estudio.

En el trayecto se llegó al punto donde se realizaba el sondeo mixto SM-02 y comenzando a posicionarse en el SM-03, donde los especialistas platicaron con los técnicos acerca de los materiales encontrados en el sitio y la resistencia encontrada en los estratos. Así mismo se corroboro la técnica empleada en la realización de los trabajos durante las exploraciones. Podemos observar los trabajos de geotecnia en las figuras 42, 43, 44 y 45.



Figura 42. Vista de los trabajos de geotecnia en el segundo punto.



Figura 43. Vista de la recolección de muestras del sondeo 02.



Figura 44. Vista de la recolección de muestras del sondeo 02.



Figura 45. Vista de la bajada de equipo para colocarlo en el tercer punto en tierra.

Durante el recorrido de verificación de trabajos de topografía y geotecnia, se puntualizaron marcas de agua de la última avenida encontradas en postes y viviendas, las cuales podrán servir para que con los datos técnicos levantados en campo y los resultados obtenidos en los posteriores análisis hidráulicos se tenga una idea clara del funcionamiento hidráulico de la zona.

- **Acuerdos, decisiones e instrucciones que se hayan efectuado durante la vista:**

Durante la visita se recomendó por parte de personal de apoyo del residente del servicio terminar de rotular las placas de los puntos de control para tener ya este concepto terminado.

Realizar a la brevedad la monumentación de las poligonales de apoyo para el replanteo posterior de las mismas y continuar con el levantamiento topográfico para terminar en la brevedad posible.

Se acordó tener reuniones de gabinete para la revisión de los soportes de los trabajos de topografía, así como el planteamiento y la discusión por parte de los especialistas de alternativas de solución acordes con la problemática que se encuentra en el sitio

Se indicó continuar con los sondeos de exploración geotécnica, así como se instruyó por parte del personal de apoyo la entrega a la brevedad de los registros de campo para conocer de manera preliminar la estratigrafía encontrada en la zona.

Se enfatizó que en el levantamiento se considere toda la infraestructura existente, como lo son los espigones de bolsacreto que se ubican en el tramo, casas, cercos, entradas de agua, y en general de toda la infraestructura que este dentro de los límites del sitio, conforme a lo establecido en los términos de referencia del proyecto.

Como parte de las instrucciones se indicó el referenciar los puntos de control GPS de todo el levantamiento, en forma tal como se indica en los términos de referencia.

En el recorrido se pidió que los trabajos de rotulación de las referencias y de los banco de nivel (BN) fueran lo más claro posible para su rápida interpretación.

Se acordó plasmar ya en planos toda la información que se recopile en los trabajos de campo.

Continuar con las reuniones de gabinete para dar el correcto seguimiento a los trabajos que se vayan realizando.

7.3. Visita No. 3

- **Fecha en que se realizó la visita:**

La visita se realizó el día 28 de Agosto del 2023.

- **Personal que realizó la visita:**

[redacted]

- **Cronología y observaciones que se efectuaron durante la visita:**

La vista número 3 (tres) tuvo su punto de reunión sobre la margen izquierda del rio por ser de ese lado que quedo definido que se realizaría el trazo de la poligonal de apoyo. Una vez reunido el personal técnico inicio la visita desde el principio del cadenamiento topográfico 0+000, siendo el objetivo de la visita que el residente del servicio por parte de la comisión nacional del agua, pudiera verificar todos los trabajos de campo hasta donde los avances por el tiempo establecido se permitieron. De igual forma se hicieron algunas recomendaciones para poder concluir adecuadamente los trabajos de campo realizados por la empresa contratista Servicios Integrales de Ingeniería y Calidad S.A. de C.V.

Al igual que en la visitas anteriores, el residente de servicios por parte de la dependencia recorrió todo el sitio en ambas márgenes con el propósito de checar los trabajos de campo que se han venido realizando. Con respecto a los trabajos de topografía se pudo verificar que se estaba iniciando con el seccionamiento de la poligonal en las márgenes del río La Sierra y en el cauce (figura 46, 47 y 48).



Figura 46. Vista del seccionamiento sobre las márgenes.



Figura 47. Vista del seccionamiento sobre las márgenes.



Figura 48. Vista del seccionamiento sobre el agua (batimetría).

El recorrido fue siguiendo los trazos topográficos sobre la margen izquierda y durante el mismo se fueron revisando los avances en los trabajos referido a las monumentaciones de la poligonal de apoyo para corroborar que todo esté debidamente referenciado según los términos establecidos (ver figura 49, 50 y 51).



Figura 49. Verificación de los trabajos de referencia de la monumentaciones.

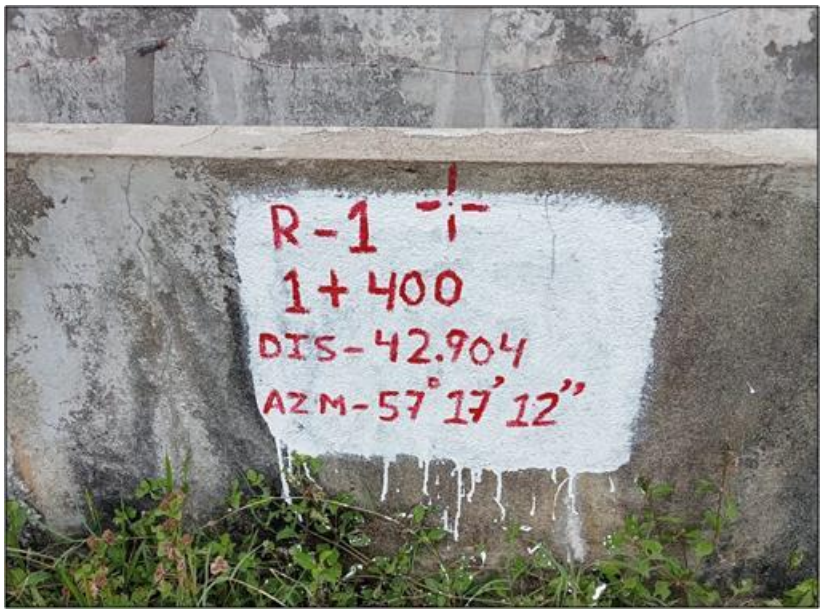


Figura 50. Vista de las referencias de monumentacion.



Figura 51. Vista de la monumentacion de poligonal en el cadenamiento 1+400

En el trayecto se llegó al punto donde se realizaba el sondeo mixto SM-03 y SM-04 en tierra, donde los especialistas platicaron con los técnicos acerca de los materiales encontrados en el sitio y la resistencia encontrada en los estratos. Así mismo se corroboro la técnica empleada en la realización de los trabajos durante las exploraciones. Podemos observar los trabajos de geotecnia en las figuras 52, 53, 54 y 55.



Figura 52. Vista de los trabajos de geotecnia en el cuarto punto.



Figura 53. Vista de la recolección de muestras del sondeo 03.



Figura 54. Vista de la recolección de muestras del sondeo 04.



Figura 55. Vista de los trabajos de perforación y muestreo en el sondeo 4.

- **Acuerdos, decisiones e instrucciones que se hayan efectuado durante la vista:**

Como última recomendación del residente, fue la continuar los tramos faltantes de las secciones topo batimétricas del cauce, para proceder a realizar ya en gabinete el análisis hidráulico en condiciones actuales, así como ir planteando de manera coordinada con él, la selección de alternativas de solución a la problemática de erosiones. Con respecto a los trabajos de geotecnia, se dio la indicación de que ya se llevaran a cabo las pruebas de laboratorio de las muestras obtenidas sobre tierra, para ir en tiempo y forma sobre lo programado y continuar con los sondeos en agua.

7.4. Conclusiones de la visita.

Entre los trabajos topográficos se pudieron concluir lo referente a:

- Posicionamiento de los 3 puntos GPS.
- Trazo y estacado de la poligonal de apoyo.
- Nivelación de la poligonal de apoyo.
- Monumentacion de la poligonal de apoyo.
- 2 km de secciones batimétricas sobre el cauce (15 km/secc)

Entre los trabajos de geotecnia se pudieron concluir lo referente a:

- Sonseo No. 1 (SM-01) en tierra.
- Sonseo No. 2 (SM-02) en tierra.
- Sonseo No. 3 (SM-03) en tierra.
- Sonseo No. 4 (SM-04) en tierra.

7.5. Anexo fotográfico.



Figura 56. Vista de erosión en la margen derecha del tramo de estudio.



Figura 57. Vista del tramo donde hay recubrimiento marginal con rocas.



Figura 58. Vista de erosión en la margen derecha del tramo de estudio.



Figura 59. Vista de la margen izquierda hacia aguas arriba del tramo.



Figura 60. Vista de la degradación del tramo de estudio.



Figura 61. Vista de la erosión de mayor magnitud en el tramo.



Figura 62. Vista de espigón de bolsacreto existente



Figura 63. Vista aérea de los espigones sobre la margen izquierda hacia aguas abajo.



Figura 64. Vista aérea de la curva de la margen izquierda.



Figura 65. Vista de corrimiento marginal sobre la margen derecha.



Figura 66. Vista de corrimiento marginal sobre la margen derecha.



Figura 67. Vista aérea de la curva con erosiones hacia aguas arriba.



Figura 68. Vista aérea del tramo con recubrimiento marginal con rocas.



Figura 69. Vista aérea del tramo desde aguas arriba.



Figura 70. Vista aérea del tramo de estudio.



Figura 71. Vista aerea de la curva donde están los espigones.



Figura 72. Vista aérea desde aguas arriba del tramo.



Figura 73. Vista aérea del corrimiento marginal en la margen izquierda del tramo.



Figura 74. Vista de corrimiento marginal sobre la margen derecha antes de la curva pronunciada.



Figura 75. Vista de la erosión general del tramo sobre la margen izquierda.



Figura 76. Vista frontal del recubrimiento de rocas.



Figura 77. Vista de la erosión en uno de los puntos del tramo.

8. Planteamiento de la problemática.

8.1. Planteamiento general de la problemática en la zona de estudio.

Para conocer la problemática que se tiene en la zona se realizaron tres visitas al sitio de estudio. La primera visita de reconocimiento se efectuó el día 8 de Agosto, la segunda el 18 de Agosto y la tercera el 28 de Agosto del presente año, donde asistió personal técnico por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de la supervisión externa Corporativo SMAN S.A. de C.V. y de la empresa contratista Servicios Integrales de Ingeniería y Calidad S.A. de C.V.

Dentro de la problemática de la zona de estudio se tiene que el estado de Tabasco es por condición natural una extensa zona de planicie por donde transitan diversos ríos que presentan cierto grado de estabilidad dinámica con depósito y arrastre de sedimento en el lecho del cauce y con corrimientos laterales principalmente en el extradós de las curvas tal y como lo representa la figura 78.

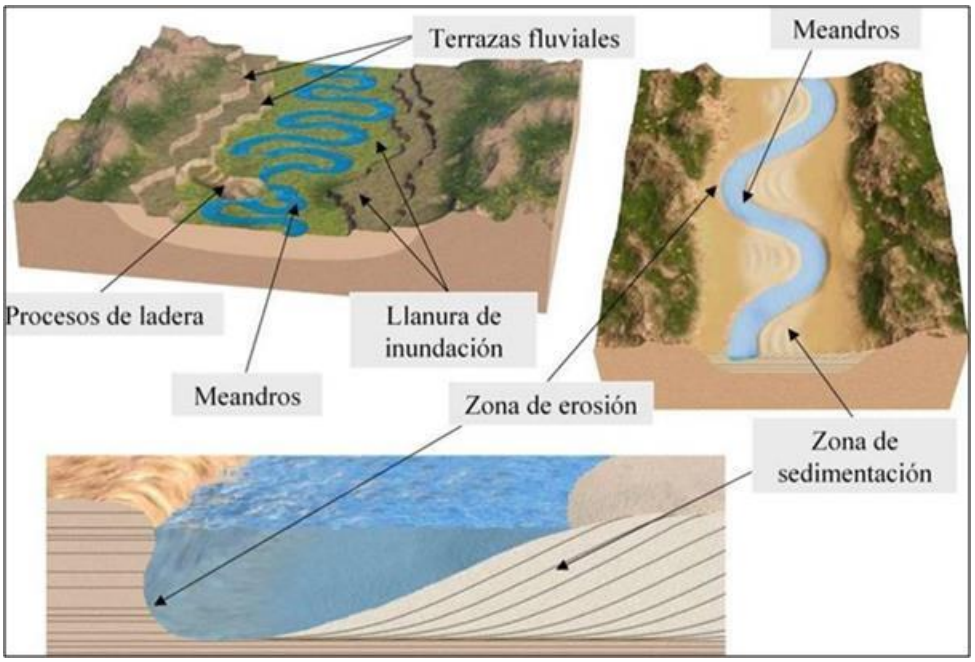


Figura 78. Morfología típica de los cauces de planicie.

Los principales factores que están ligados a la susceptibilidad de una erosión en las márgenes de los ríos son: el clima, la característica del suelo, la morfología del terreno y la cobertura del suelo. Así mismo se tiene que la fuerza tractiva del agua, el viento y la gravedad son las fuerzas principales que generan la erosión superficial.

Una característica hidráulica particular que se tiene en el estado de Tabasco, es que por los excedentes de lluvia y tránsito de avenidas que se presentan frecuentemente y casi en forma anual, provocan desbordamientos de ríos que conllevan a severos problemas que van desde inundaciones, erosiones en las márgenes y deterioros a la infraestructura hidráulica de protección marginal y contra inundaciones (espigones, recubrimientos marginales y bordos de protección).

En los recorridos se constató que el tramo de estudio de la ranchería Torno Largo pertenece a la zona baja del rio La Sierra donde se aprecia una fisiografía de llanura y lomerío con abundante vegetación y se encuentra localizado aguas abajo de las cabeceras municipales de Jalapa y Tacotalpa y aguas abajo de la estación hidrométrica Pueblo Nuevo.

El tramo comprende 2.00 kilómetros sobre el río La Sierra, donde se ubican afectaciones por erosión sobre la margen derecha (imagen 79 y 80). Durante los recorridos se apreció que el nivel del río es relativamente bajo, entre 3 y 4 m por abajo del barrote del río, lo que permitió poder observar detalladamente las condiciones en que se encuentra el tramo de estudio y particularmente los puntos críticos de falla que se presenta en las márgenes (Figura 81 y 82).

Así mismo durante el recorrido se corroboro lo que se aprecia en las imágenes de satélite, el tramo de estudio se encuentra ubicado en una zona donde la morfología tiende a formar meandros. Estos meandros son formados porque en este rio escurre sobre material aluvial, los desplazamientos laterales ocurren principalmente en las orillas exteriores de las curvas, sobre todo durante la época de crecientes. Las márgenes interiores también se desplazan, pero hacia dentro del rio, por efecto de la sedimentación del material que el rio transporta (Figura 83 y 84).



Figura 79. Vista de la erosión en uno de los puntos mas críticos.



Figura 80. Vista aérea del tramo del rio en la zona de erosión margen derecha.



Figura 81. Vista del daño producido por la erosión del rio.



Figura 82. Vista del punto de mayor incidencia de erosión en el tramo de estudio.

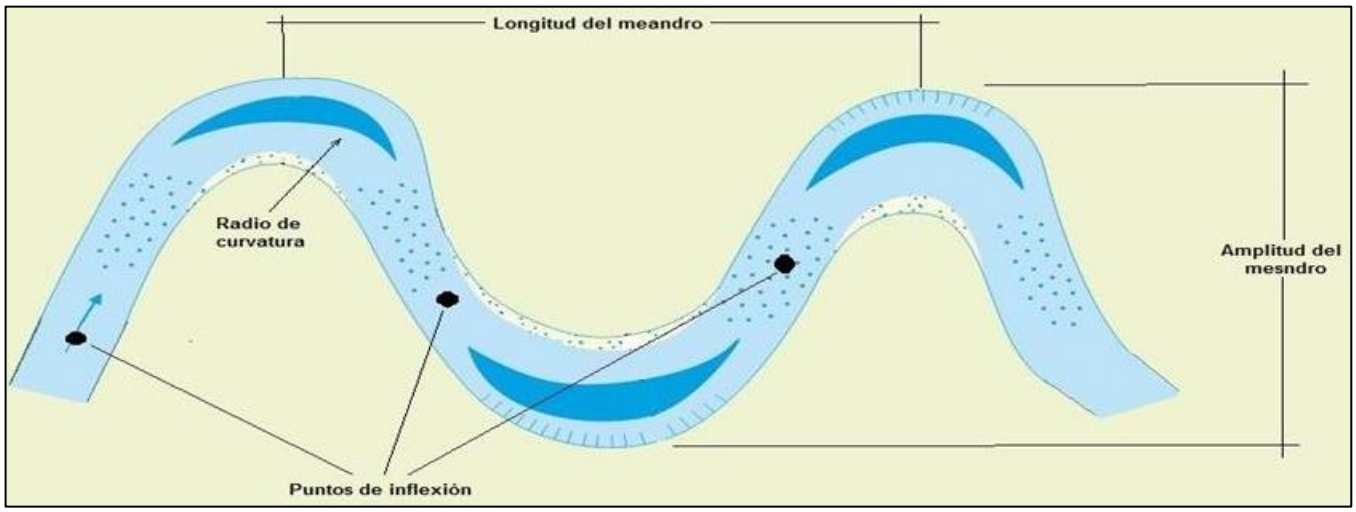


Figura 83. Imagen de la representación de los ríos de planicie con la morfología de meandros.



Figura 84. Imagen general de la morfología del rio La sierra por donde se ubica el tramo de estudio.

Este fenómeno de erosión y depósito en las curvas se debe a la fuerza centrífuga que se genera entre ellas, la que produce una sobreelevación del nivel del agua en la margen exterior. Dicha sobreelevación genera una corriente de retorno por el fondo hacia la orilla interior. La suma de la corriente normal del rio más esa corriente de retorno transversal forman una corriente helicoidal en las curvas por lo que las partículas de la superficie se desplazan hacia aguas abajo y lentamente hacia la margen exterior y las del fondo igualmente hacia aguas abajo pero también lentamente hacia la margen interior (ver figura 85).

Por ello, en las curvas, las secciones transversales tienen mayores profundidades cerca de la orilla exterior, las que disminuyen hacia la interior. Todavía más, debido a la existencia de mayores profundidades cerca de la margen exterior de las curvas, ahí se tienen mayores velocidades, lo que facilita aún más la remoción y transporte de las partículas de la orilla y en consecuencia la erosión de la margen.



Figura 85. Vista del tramo con una explicación del flujo helicoidal que teóricamente debe manifestarse en el rio.

El tramo del rio La Sierra no ha sido afectado por el hombre en el sentido de colocar una represa o control del gasto en el cauce, por lo tanto tiene una estabilidad morfológica. Esto significa que en cualquier tramo de un rio existe una relación entre el hidrograma anual, las características del material del fondo y de las orillas, el transporte de sedimentos, tanto el que proviene de aguas arriba, como el que logra salir del tramo y las características geométricas de la sección transversal, la pendiente longitudinal del rio y el número de brazos o cauces, cuando hay islas, por el que escurre el agua.

Cuando a lo largo del año, todo el gasto escurre por este único cauce, el tramo del rio tiene además una condición de estabilidad dinámica, debido a que la margen está conformada por material aluvial y está sufriendo erosiones y desplazamientos laterales. Así mismo, el tramo puede en un futuro sufrir de cortes de meandros en el caso de no alcanzar una pendiente de equilibrio (ver figura 86).

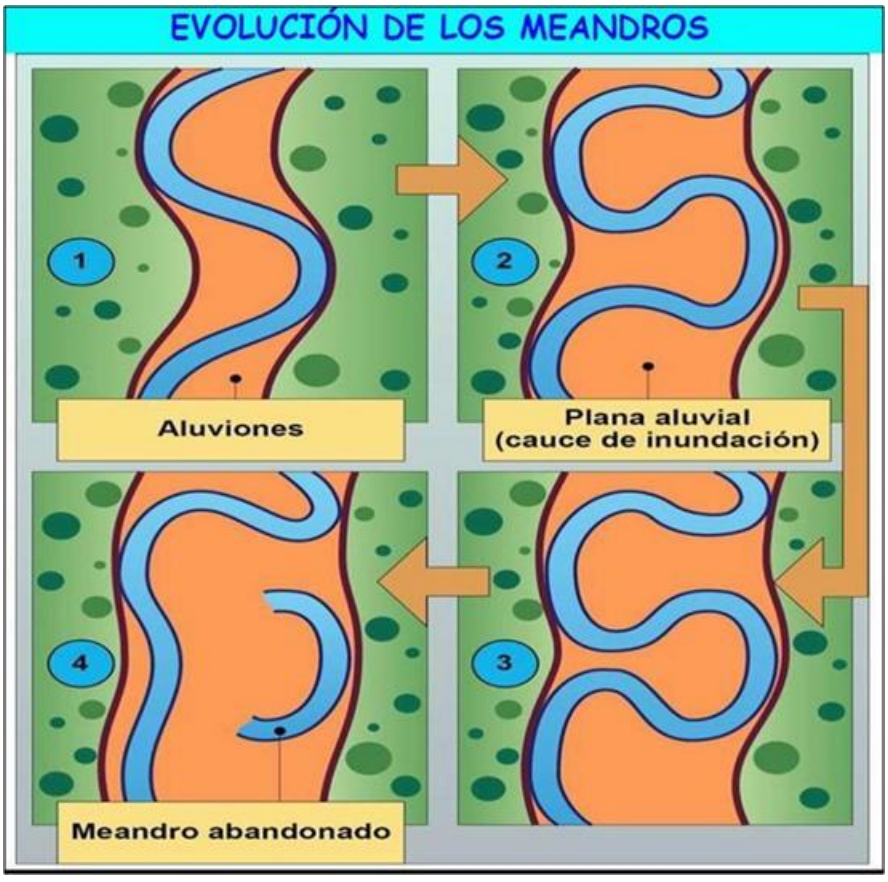


Figura 86. Secuencia de la evolución de meandros en los típicos ríos de planicie.

Ante la presencia de los eventos extremos el cauce en la zona de estudio, con el aumento de las velocidades y que conjugado con el tipo de material de que se compone la margen (arena fina con limo y arcilla) se presente una degradación del talud de la margen a causa de la erosión provocada por la corriente del río.

Por otra parte se tiene que los escurrimientos locales, producto de las lluvias, al drenar hacia el río La Sierra contribuyen con la erosión de la margen. Así mismo se tiene que posterior a las avenidas, al descender el nivel del río, el agua contenida en los barrotes (nivel freático) empieza a drenarse hacia el río, situación que conlleva a una pérdida de material de la margen haciéndolo más poroso y por lo tanto susceptible a la falla del talud o a la degradación de la misma tanto por la acción del viento, agua de lluvia y la corriente del río (ver figura 87).

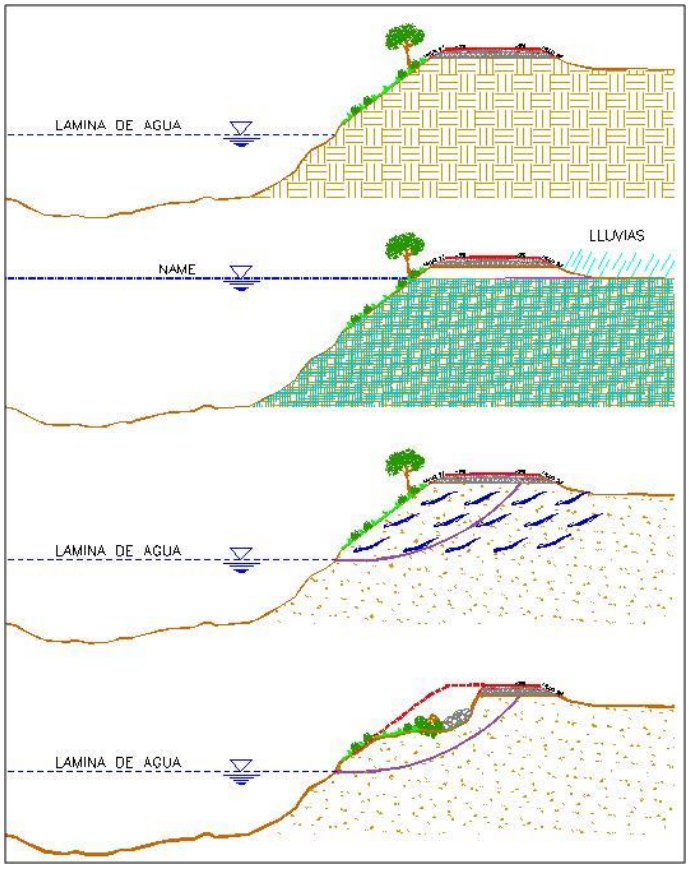


Figura 87. Secuencia de la manera en que se vuelve poroso el material por lluvia y avenidas.

Durante el proceso erosivo, el flujo remueve y arrastra principalmente las partículas del pie y zona baja de talud de la orilla, con lo que este tiende a hacerse vertical. Cuando la margen está formada principalmente por material cohesivo como arenas y gravas, el talud falla antes de ser vertical. Dicha falla se produce ya sea por deslizamiento o por fracturamiento, con lo que algunos bloques caen dentro de la corriente (ver figura 88). Si la margen está constituida por material cohesivo se pueden a llegar a formar cavidades al pie del talud antes de que se produzca el colapso y falla de un tramo de esa margen. Después de la falla, la pendiente del talud disminuye y se mantiene así mientras la corriente arrastra todo el material fallado y el ciclo erosivo vuelve a repetirse.

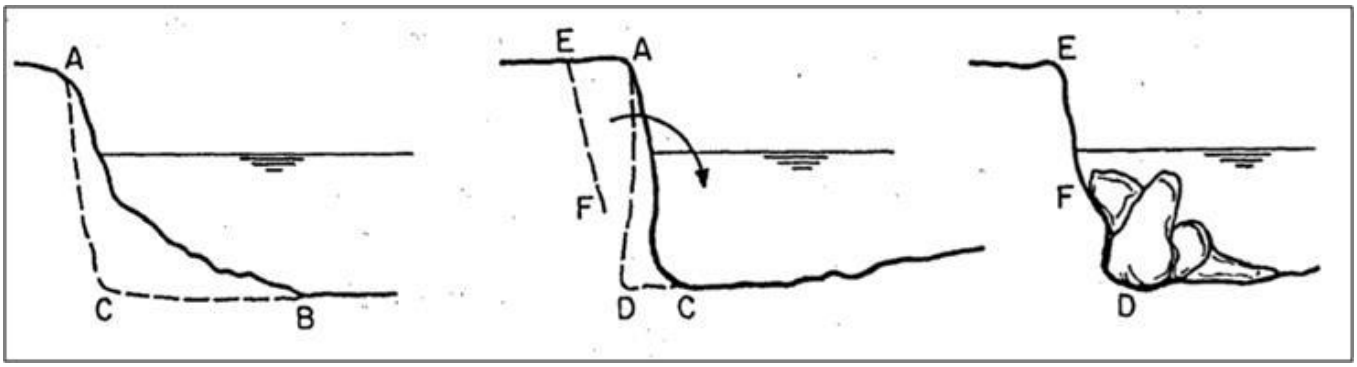


Figura 88. Secuencia de la erosión sobre los taludes y su colapso.

De una manera general, se debe tener en consideración que en los ríos de planicie se tendrán este tipo de problemas de inestabilidad dinámica, la cual el rio trata de equilibrarse, y en cualquier desequilibrio entonces habrá tendencia de buscar moverme en los grados de libertad más vulnerables.

En el caso del tramo de estudio, debido a el tipo de material en fondo de cauce y márgenes, ira cambiando morfológicamente en forma de meandros, siendo esta la manera natural del rio en buscar disipar su energía que trae en toda la longitud de su cuenca. La pendiente trata de suavizarse con este proceso y de nuevo buscar su equilibro.

8.2. Análisis morfológico particular del tramo de estudio.

Primero vamos a analizar la relación entre el radio de la curva y el ancho del rio en el tramo de estudio (ver figura 89. Cuanto menor es la relación entre el radio de la curva con el ancho, entonces más se acercara la zona profunda a la orilla exterior de la curva, mayor será la intensidad de erosión y mejor definida estará esa zona profunda. R/B = 100/70 = 1.42.

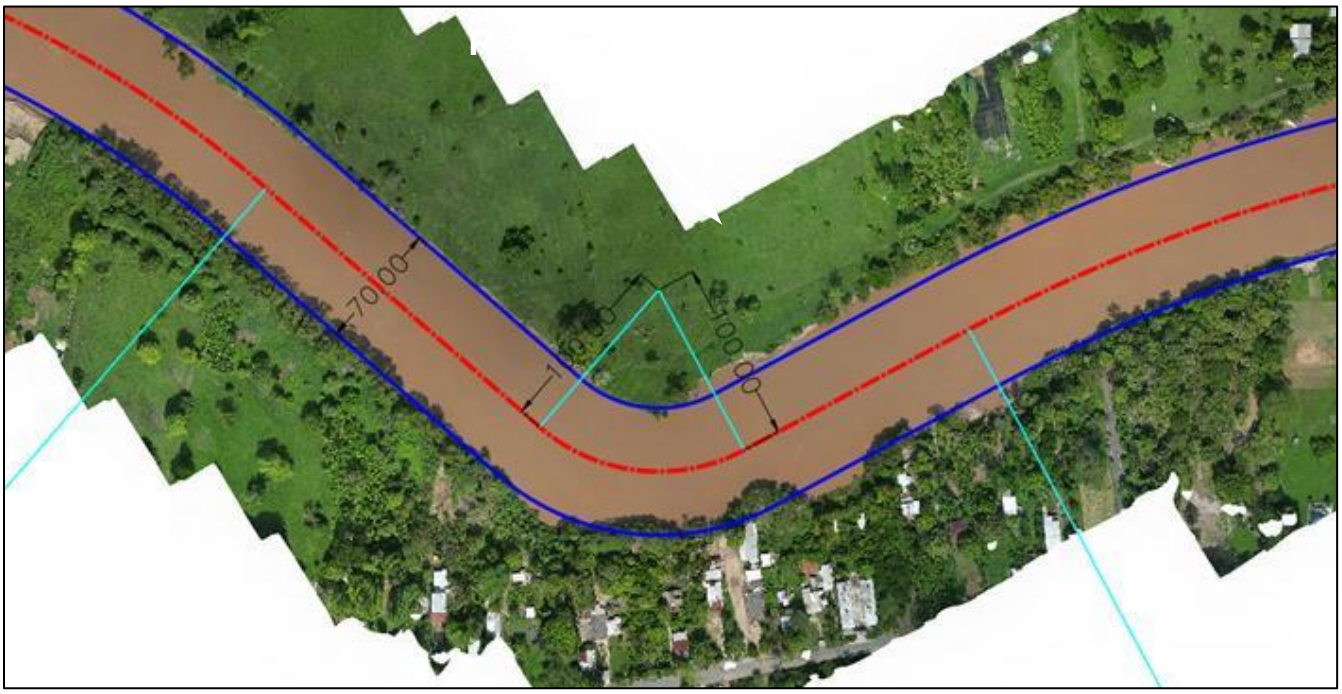


Figura 89. Radio de curvatura y ancho del rio del tramo de estudio.

Hay que tener en cuenta que cuando la corriente de un rio empieza erosionar, la orilla exterior de una curva, disminuye el radio de curvatura, y puesto que B se mantiene constante, la relación R/B disminuye y la capacidad erosiva del flujo aumenta. Si el material de la margen es uniforme se notaran mayores retrocesos o corrimientos de la margen exterior de la curva afectada, los que continúan hasta que el meandro formado se corta, o hasta que la corriente cambia su lugar de ataque, ya que también las curvas de aguas arriba están sufriendo erosión y ello produce cambios en la dirección del flujo hacia aguas abajo.

Según la forma, tipo de curva y su relación de radio de curvatura y ancho promedio del rio en el tramo de estudio, podemos clasificarla como una **curva forzada o deformada,** ya que el cociente entre estos dio menor a 2. Según la figura 90 las libres son también llamadas superficial y las limitadas también se les llama de trincheras.

Tipo de curvas	r/B
limitadas	7.0-8.0
libres	4.5-5.0
forzadas	2.5-3.5

Figura 90. Clasificación de las curvas de un rio según el ancho y radio de curvatura del mismo.

Estas clasificaciones varían mucho entre diferentes ríos y aun en los tramos de una misma corriente, la curva forzada del tramo de estudio indica que es una curva cortada en material depositado y el rio normalmente meandrea. La pendiente de la corriente es comúnmente más baja que la de fondo del valle, y la longitud del cauce es mucho más grande que la longitud del rio de valle.

Con respecto al tirante en este tipo de curva, va creciendo gradualmente desde la transición de aguas arriba de la curva, alcanzando un máximo aguas abajo del ápice de la curva.

Con datos de campo de los estudios básicos (topografía y geotecnia) se podrá obtener diversos parámetros sobre la morfología del tramo de estudio, así como sus condiciones de estabilidad. Se podrán utilizar métodos para determinar las características estables de la corriente, y fórmulas de equilibrio del cauce.

En el análisis morfológico del tramo, se pudo hacer una comparativa mediante la sobre posición de las imágenes de diferentes tiempos, haciéndolo en igual escala y tomando puntos de referencia como la carretera y las casas. Y se pudo observar de qué manera se ha producido corrimientos laterales en las curvas del rio en su parte externa en el orden de 15 a 20 metros en el centro de la curva como se observa en la figura 91, 92, 93 y 94.

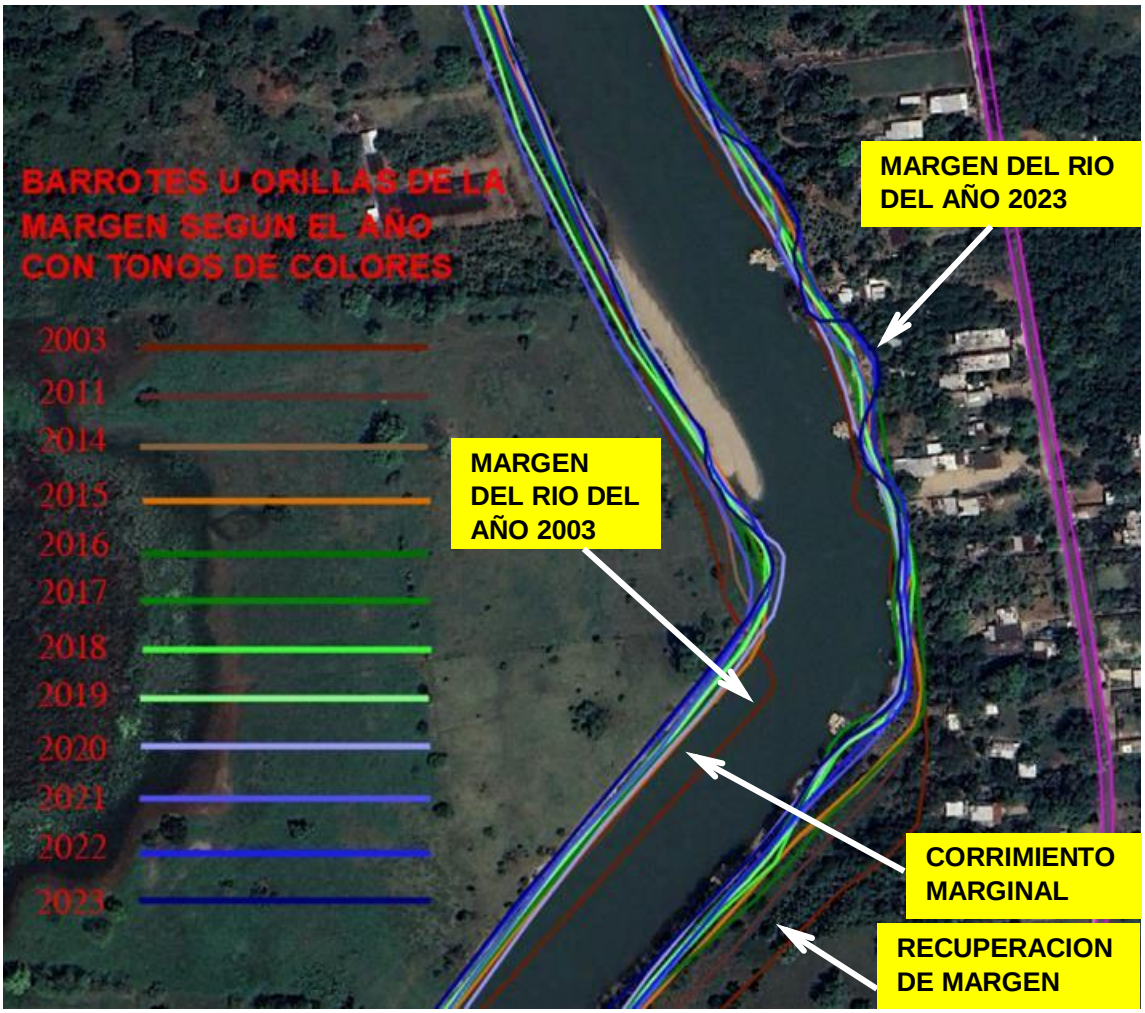


Figura 91. Comparativa de barrotes del rio en diferentes años con la imagen del 2023.

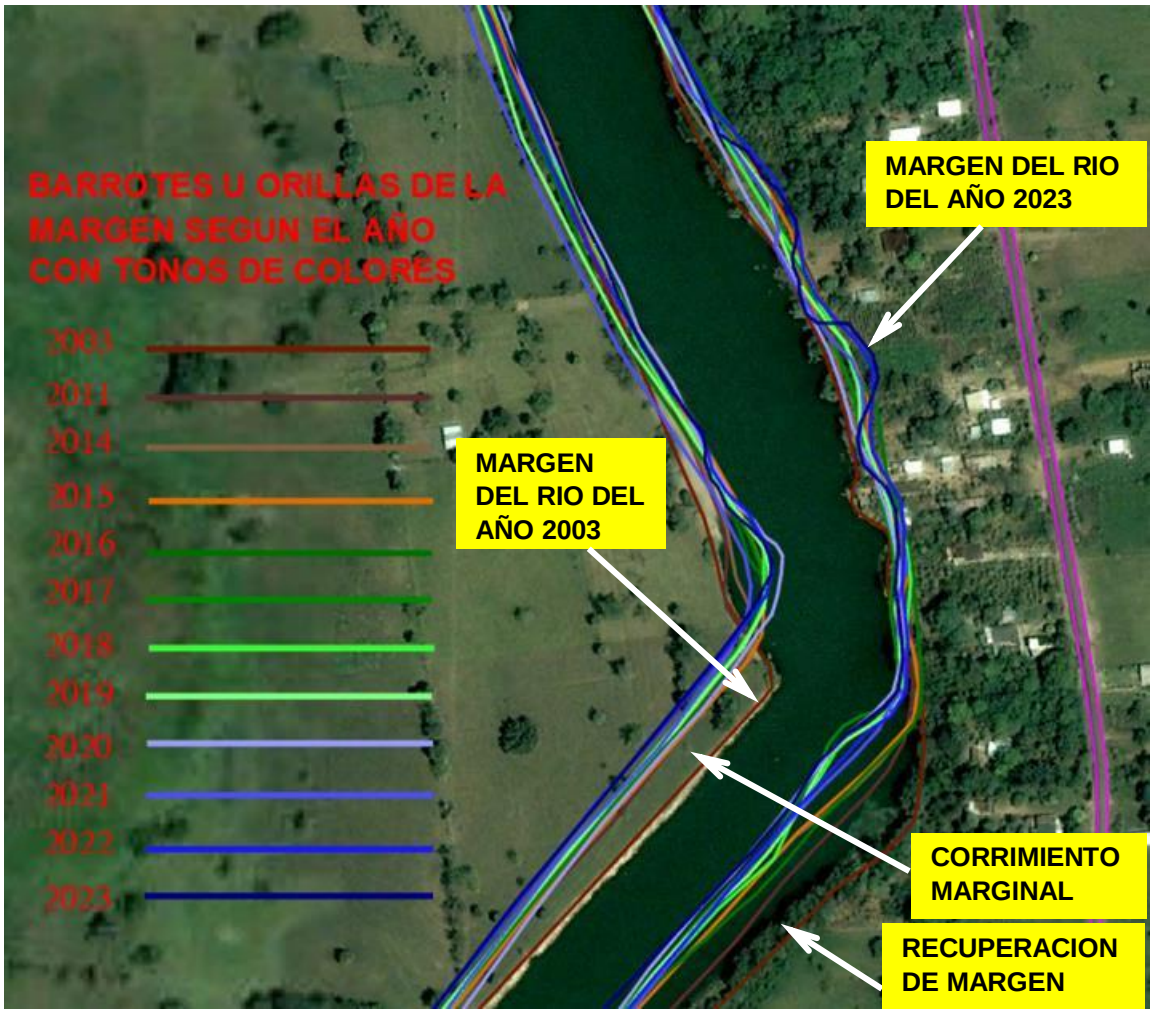


Figura 92. Comparativa de barrotes del rio en diferentes años con la imagen del 2003.

Como se puede observar en las imágenes de comparativas que va del año 2003 hasta la actualidad (2023), se manifestó una importante erosión de la margen izquierda aguas arriba de la curva y obra de espigones, y como efecto de eso la margen derecha en el mismo tramo se fue depositando material de sedimento y por tanto la ganancia de margen. Así mismo se denota un traslado de la curva donde incidía principalmente años atrás, a razón de este notable cambio morfológico.

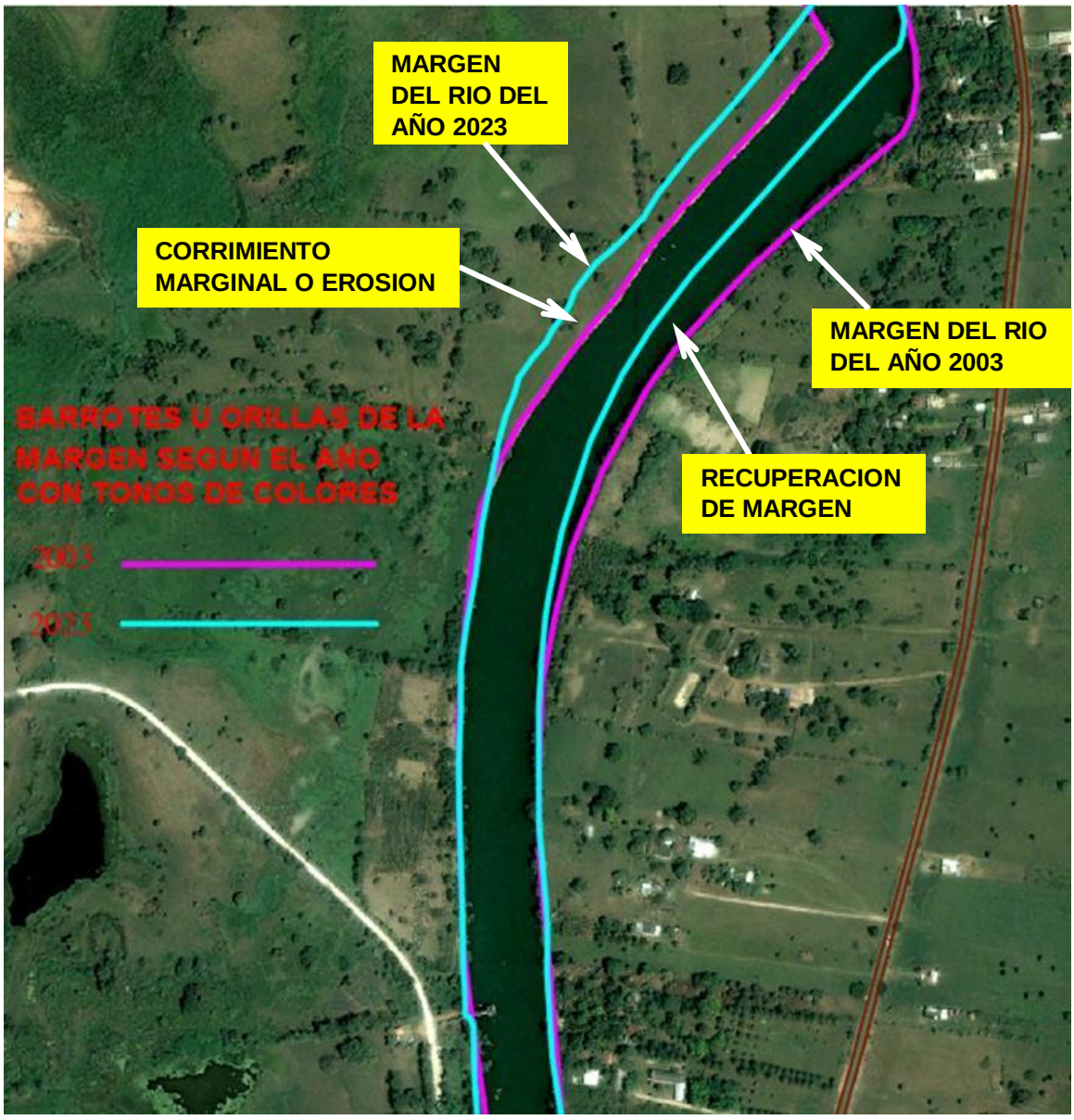


Figura 93. Corrimiento marginal desde el año 2003 a la actualidad con la imagen del 2003.

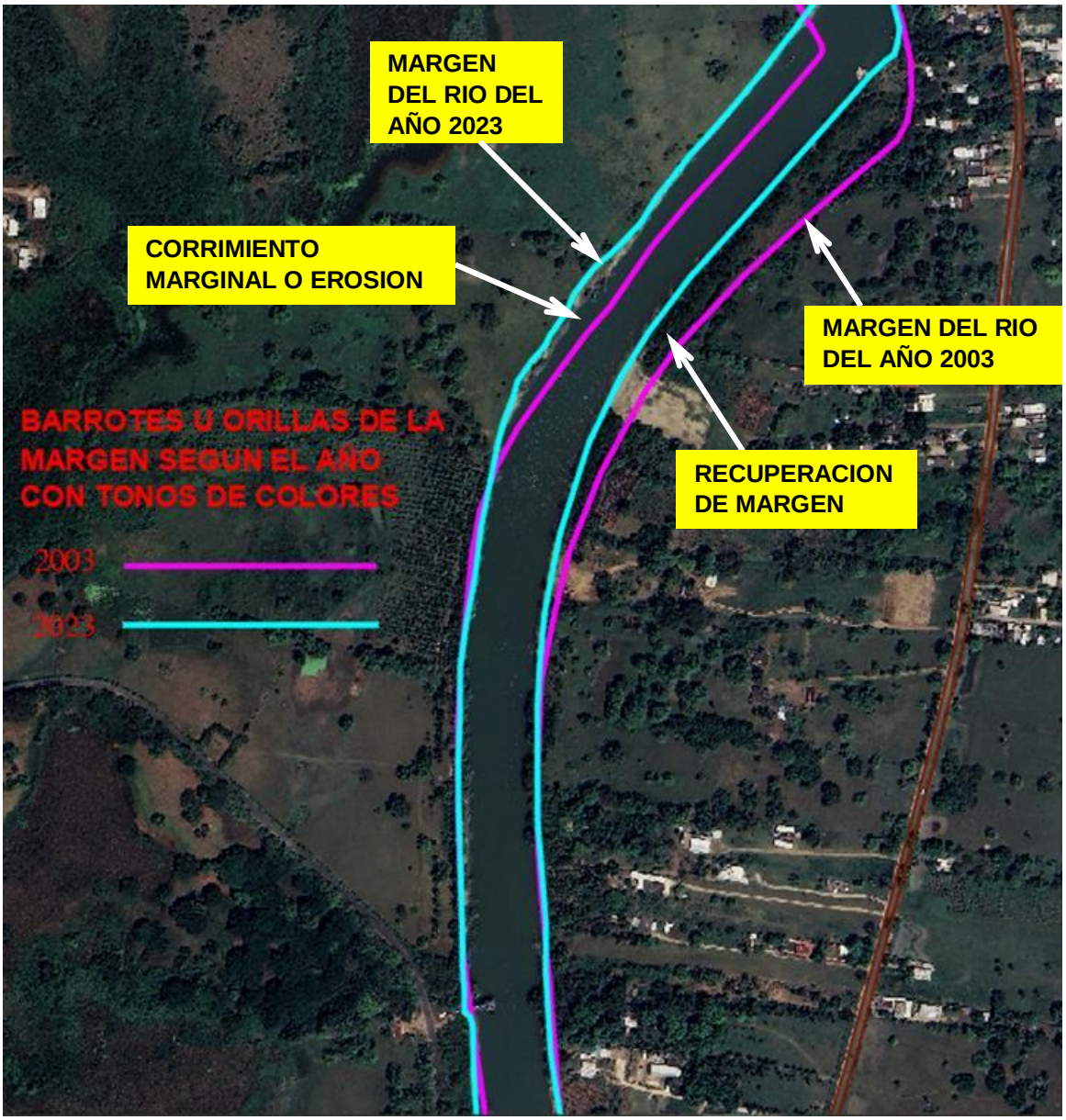


Figura 94. Corrimiento marginal desde el año 2003 a la actualidad con la imagen del 2023.

Por 20 años la margen izquierda antes del tramo de curva y espigones, ha tenido una erosión que ha comido de 25 a 30 metros y ganado terreno sobre la margen derecha en magnitud similar.

La problemática particular en el tramo entonces radica principalmente en este cambio morfológico que se ha producido por 20 años. Pero en la cual acelero su proceso en las avenidas del año 2007 y 2008, así como en las del 2010 y 2011, donde se vio un cambio drástico con efectos de grandes corrimientos marginales y a la vez recuperaciones en la margen contraria a esta.

Para años posteriores a estas avenidas de gran escala, se realizó el proyecto y posterior ejecución de obra en el tramo de estudio, que contemplaba una batería de 4 espigones para la curva forzada que tiene actualmente los problemas mayores de deslave y erosión grave. El diseño geométrico de ese proyecto se realizó para una morfología que ahora no es coincidente, por lo que cambia radicalmente su eje hipotético del rio y por tanto sus líneas extremas de defensa. De esta forma se tiene, que con la morfología actual cuyo eje del rio actual, la geometría de estas obras no son satisfactorias para las condiciones de incidencia que se están presentando, y que se presentó en la avenida más grande actual siendo la del año 2020 (figura 95).

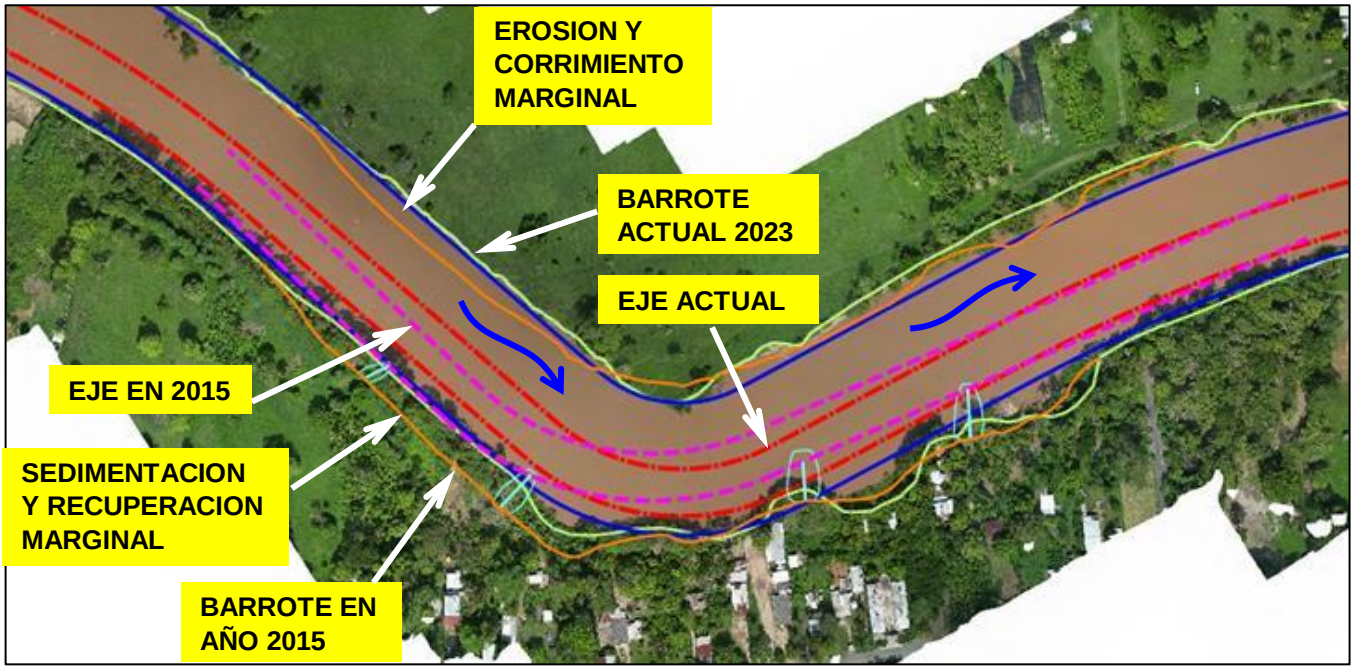


Figura 95. Radio de curvatura y ancho del rio del tramo de estudio.

Aunado al hecho de que el diseño geométrico de la batería de espigones construidos y existentes en el tramo no está funcionando ya para la morfología actual del rio, se tiene que si hubo deficiencias en las características de los espigones diseñados. Como se aprecia en la figura 96, la cota de la punta de espigones se ubica muy por debajo de los barrotes de las márgenes, por lo que queda un espacio considerable que con las avenidas que saltan el espigón y producen erosiones en las partes altas de los taludes.

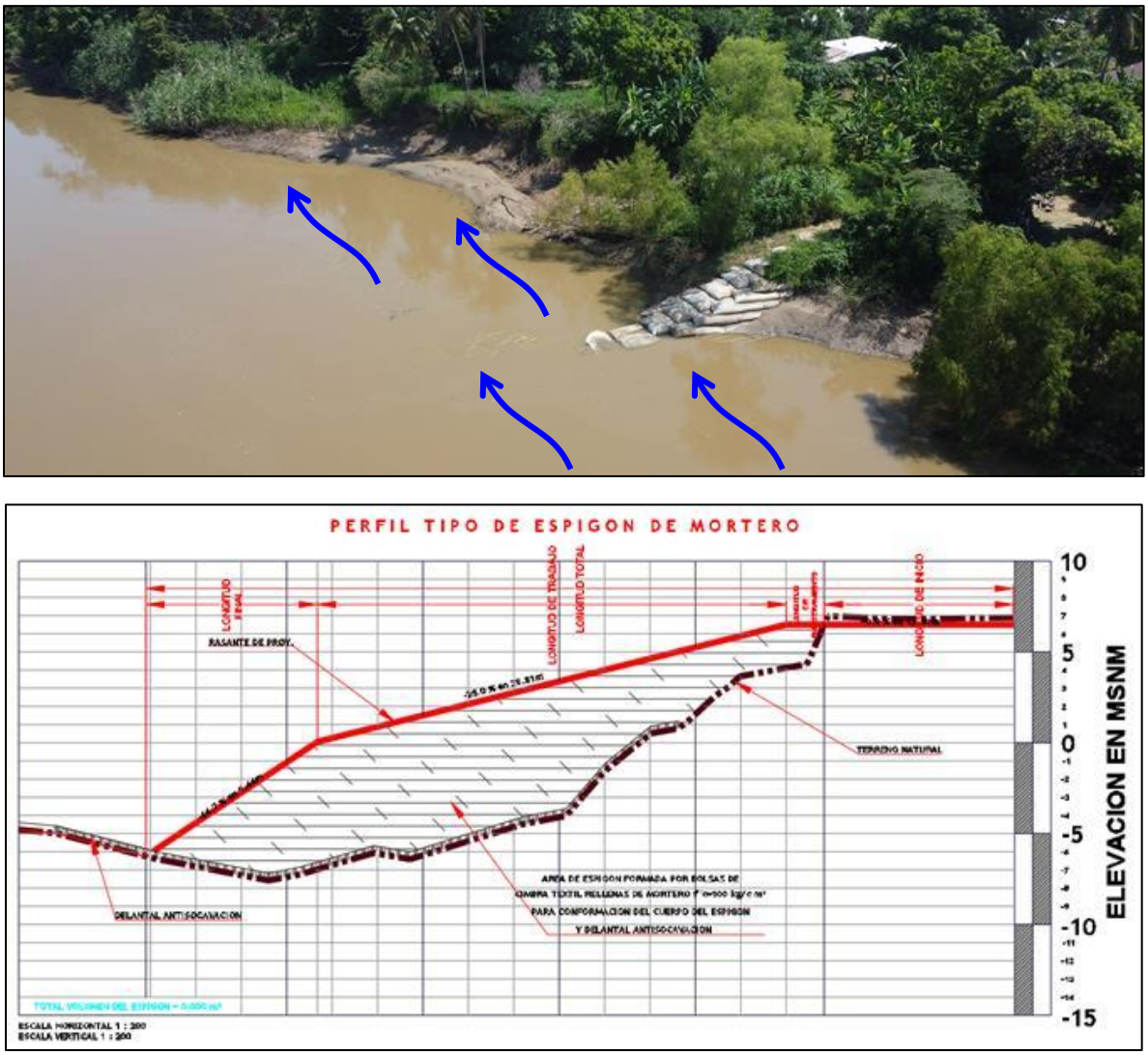


Figura 96. Diseño del perfil de espigones existentes en el tramo de estudio.

9. Conclusiones del informe.

1. Para el desarrollo de esta actividad se realizaron tres visitas al sitio de estudio. La primera visita de reconocimiento se efectuó el día 8 de agosto, la segunda el 18 de agosto y la tercera el 28 de agosto del presente año, donde asistió personal técnico por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la empresa de supervisión externa Corporativo SMAN S.A. de C.V. y de la empresa contratista Servicios Integrales de Ingeniería y Calidad S.A. de C.V.
2. El tramo de estudio de la ranchería Torno Largo comprende 2.00 kilómetros sobre el rio La Sierra principalmente afectaciones en la margen derecha.
3. Los centros de población de la ranchería Torno Largo se conforman por casas distribuidas a todo lo largo del tramo en la ribera del río.
4. Se determinaron los puntos de los límites de la zona de estudio donde se desarrollaran los trabajos para la protección de la margen y de la población.
5. Se identificaron los puntos críticos de falla dentro del tramo de estudio.
6. En el tramo de estudio se tiene la presencia de obras de infraestructura hidráulica dentro del cauce, en este caso se trata de una batería de espigones de bolsacreto y un recubrimiento marginal de rocas.
7. Durante los recorridos se observaron el desarrollo de ciertos trabajos de campo de topografía y geotecnia.
8. De acuerdo a las observaciones realizadas en el lugar, se tiene una degradación de la margen debido a la erosión provocada por la fuerza de la corriente sobre las márgenes del río La Sierra.
9. Se identificó que la problemática del rio se debe a las condiciones naturales del cauce de irse desplazando en curvaturas debido a los acomodos propios después de las avenidas importantes.
10. En conclusión se tiene que los problemas de erosión van a continuar si no se toman las medidas necesarias para protección de los taludes de las márgenes que afecten la infraestructura importante de cualquier índole, arboles, sembradíos y a la población en general.

"ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"



IV.3. ESTUDIO DE HIDRAULICA FLUVIAL.

IV.3.1 ELABORACION DEL INFORME DEL ANALISIS HIDROLOGICO.

FECHA: AGOSTO DE 2023

CONTRATO: 2023-B05-B57-CD-27-RF-I3-A-OR-0043

CONTRATISTA: SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

SIICSA

[redacted]

Contenido

1. Introducción. 5
2. Antecedentes. 6
3. Localización. 9
3.1. Localización general y extensión territorial. 9
3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio. 10
4. Geografía de la zona de estudio. 11
4.1. Precipitaciones. 11
4.2. Clima. 11
4.3. Hidrografía e hidrología. 11
4.4. Relieve. 12
4.5. Edafología y geología. 12
4.6. Uso del suelo y vegetación. 12
5. Objetivos. 17
6. Recopilación de información para el estudio. 18
6.1. Obtención de datos topográficos y de elevaciones. 18
6.2. Obtención de datos de estaciones hidrométricas (gastos) y climatológicas (precipitaciones). 20
7. Delimitación de la cuenca hidrográfica. 22
7.1. Fundamentos teóricos de la hidrología y la cuenca. 22
7.2. Metodologías para la delimitación. 25
7.3. Plano de la delimitación de la cuenca. 26
7.4. Resultados del proceso de delimitación hidrográfica y caracterización morfo métrica. 27
7.4.1. Parámetros relativos a la forma de la cuenca. 27
7.4.1.1. Área de la cuenca (A). 27
7.4.1.2. Perímetro de la cuenca (P). 27
7.4.1.3. Longitud de la cuenca (L). 28
7.4.1.4. Ancho de la cuenca (W). 28
7.4.1.5. Razón de circularidad de Miller (M). 29
7.4.1.6. Factor de forma de Horton (K). 30
7.4.2. Parámetros relativos al relieve de la cuenca. 31
7.4.2.1. Desnivel altitudinal de cuenca (G). 31
7.4.2.2. Pendiente media de cuenca (S). 32
7.4.3. Parámetros relativos al perfil de la cuenca. 33
7.4.3.1. Longitud del cauce principal (Y). 33
7.4.3.2. Desnivel del cauce principal (V). 33
7.4.3.3. Pendiente media del cauce principal (J). 34

7.4.3.4. Perfil longitudinal del cauce principal. 38
7.4.4. Parámetros relativos al sistema del drenaje. 38
7.4.4.1. Red de drenaje. 38
7.4.4.2. Orden de corriente (O). 39
7.4.4.3. Longitud de los cauces de agua (C). 39
7.4.4.4. Densidad de drenaje (Z). 40
7.4.4.5. Frecuencia de drenaje (F). 41
7.5. Tiempo de concentración de la cuenca. 42
8. Análisis de gastos de la estación hidrométrica. 44
8.1. Análisis de homogeneidad para la estación hidrométrica. 46
8.2. Análisis de la estación hidrométrica. 50
9. Escurrimientos desviados por las escotaduras El Censo y Sabanilla. 65
10. Análisis de escurrimientos por cuenca propia. 66
10.1. Determinación de cuenca propia para el tramo de estudio. 66
10.2. Estaciones climatológicas que influyen en la cuenca en estudio. 66
10.3. Análisis de homogeneidad para estaciones climatológicas. 69
10.4. Curvas de intensidad – duración – periodo de retorno. 72
10.5. Formula de Cheng Lung Chen. 72
10.6. Metodología de cálculo de las curvas IDT para la cuenca. 73
10.6.1. Análisis de frecuencia de las muestras pluviométricas. 74
10.6.2. Determinación de R_1^{10} 78
10.6.3. Determinación de R_1^{100} 78
10.6.4. Calculo de K y X. 79
10.6.5. Calculo de los parámetros de tormenta. 80
10.6.6. Calculo de los valores de I_d^T para distintas duraciones y diferentes períodos de retorno. 80
10.6.7. Graficas de las curvas I_d^T de las estaciones pluviométricas. 82
10.7. Tiempo de concentración de la cuenca. 83
10.8. Método de Chow. 86
10.9. Método triangular unitario. 94
10.10. Método Racional. 96
10.11. Comparación de los métodos usados. 98
10.12. Gastos de toda la cuenca propia. 99
11. Balance hidrológico para determinación de gastos en el tramo de estudio. 100
12. Conclusiones y Recomendaciones. 101
13. Referencias Bibliográficas. 105
14. Anexos. 106

AUTOR

[redacted]

INGENIERO HIDRAULICO Y PROYECTISTA

SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

REVISION Y APROBACIÓN

[redacted]

RESIDENTE DE SERVICIOS

COMISION NACIONAL DEL AGUA

1. Introducción.

El presente documento está consignado a realizar la **Elaboración del Informe del Análisis Hidrológico** del rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo del municipio de Centro, Tabasco.

Con la finalidad de saber en qué condiciones físicas actuales se encuentra el rio La Sierra en el punto de estudio, fue necesario realizar algunas visitas al lugar, para hacer las observaciones pertinentes y tomar algunas fotografías y datos relevantes, así como las coordenadas del sitio, para posteriormente en gabinete detectar la ubicación de manera satelital o a través de planos cartográficos.

En este documento se encontrará de manera breve los antecedentes de la dinámica de precipitaciones del estado de Tabasco. Las precipitaciones de toda la zona son tan intensas que dan lugar a diversas problemáticas de inundaciones y erosiones sobre diferentes puntos de la trayectoria del rio La Sierra.

Así mismo se llevó a cabo la recopilación de información donde se consideraron diversas fuentes como: INEGI, Gobierno del Estado de Tabasco, así como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de donde se sustrajeron información referente a las precipitaciones en la zona y también datos importantes para el estudio.

Se llevó a cabo la delimitación de la cuenca hidrográfica general desde el punto de estudio para ubicar las estaciones hidrométricas y una de manera local para las aportaciones de lluvias de cuenca propia, para poder buscar las estaciones climatológicas cercanas y observar la influencia de cada una, esto con el fin de realizar el análisis en la zona de estudio y calcular mediante los métodos adecuados los gastos para diferentes periodos de retorno.

En el estudio se describen detalladamente los resultados obtenidos, los cuales se presentan en tablas y figuras para una mejor comprensión. Se emiten las conclusiones y recomendaciones que a juicio del especialista servirán para los estudios posteriores a este (Hidráulica Fluvial).

2. Antecedentes.

La enorme planicie del estado de Tabasco que se ha formado a lo largo de miles de años debido a la aportación de grandes cantidades de sedimentos y volúmenes de agua que dieron lugar a una intrincada red de cauces y zonas inundables, han hecho de la cuenca Grijalva – Usumacinta, la más importante y compleja del país; al presentarse periódicamente grandes avenidas que cubrían grandes extensiones de esta planicie y al descender los niveles de agua después de cada inundación, dejaban capas de sedimentos ricos en nutrientes que favorecían a la agricultura y levantaban paulatinamente los terrenos.

Esto permitió que las antiguas culturas como la olmeca y la maya, lograran desarrollar una estrecha vinculación con su medio ambiente, vinculando la cuenca hidrológica con los sistemas costeros y marítimos, lo que les permitió establecer pueblos a las orillas de los ríos y construir importantes poblaciones que se asentaron en la cuenca del Grijalva – Usumacinta, creando verdaderas sociedades hidráulicas como lo atestiguan las numerosas obras hidráulicas que construyeron; también supieron explotar sin agotar los recursos naturales creando policultivos y sistemas hidroagricolas, que permitieron sustentar y alimentar grandes núcleos de población asentados en estas tierras, desde antes de la conquista por los españoles y crearon una red de navegación fluvial, y costero, que les permitió llevar a cabo intercambios comerciales que abarcaban desde el altiplano de México hasta Guatemala y Honduras, siendo Tabasco reconocido desde la época prehispánica por sus intercambios comerciales.

A lo largo de la historia de Tabasco, la planicie ha sufrido drásticas transformaciones que han modificado la libre circulación del agua en los cauces de los ríos, presentándose en las condiciones actuales lo que podríamos llamar una red hidrológica de ríos encadenados ya que se ha modificado radicalmente el comportamiento de los ríos. Estas modificaciones que ha tenido la red fluvial se deben tener en cuenta en el diseño y control de obras hidráulicas que se proyecten, ya que los ríos tienen memoria y tienden a reconocer sus antiguos cauces.

Tabasco cuenta con la precipitación pluvial más alta del país y sus escurrimientos conforman una de las descargas de agua dulce más importante del planeta, al transitar por su territorio los ríos más caudalosos de México. A la intensidad de las lluvias y la presencia de caudalosos ríos, se han sumado sus selvas convertidos en potreros y un crecimiento urbano hacia zonas de alto riesgo, lo cual configura que exista un alto grado de vulnerabilidad ante las inundaciones y de inestabilidad morfológica.

Así mismo, se tiene que en el rio **La Sierra**, el cual escurre sobre material aluvial y se ubica en planicie, sufre desplazamientos laterales en las curvas, en su mayoría, estos desplazamientos deben ser controlados para minimizar riesgos de afectación a las vías de comunicación, centros de población, obras de infraestructura y a zonas de cultivo, que se encuentren aledaños a las riberas del río. Para ello es necesario, construir obras hidráulicas que permitan tal efecto de protección, como son: espigones, recubrimientos marginales o diques marginales.

A finales de 2007, y antes de la culminación de las acciones estructurales y no estructurales del PICI se dieron en el área de operación del proyecto, un conjunto de eventos meteorológicos con periodo de retorno cercano a 100 años, ocurridos en septiembre y octubre de 2007 y que provocaron una inundación, que cubrió el 70% del territorio del estado de tabasco.

Asimismo, en 2008 se registraron precipitaciones acumuladas mayores a las de 2007, que provocaron inundaciones en aproximadamente el 30% del estado; la ciudad de Villahermosa no sufrió afectaciones importantes, por lo que el evento se consideró menor al del año anterior. Una situación similar fue registrada en 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, razón por la cual la secretaría de gobernación emitió declaratorias de emergencia y de desastre.

Derivado de lo anterior, la CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), realizaron convenios de colaboración para identificar las acciones a seguir en la entidad que permitieran mitigar el riesgo de las inundaciones.

En 2014 se registró ante la secretaría de hacienda y crédito público, la cartera 1416b000146 denominado "**Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua en el estado de Tabasco** (PROHTAB)", tiene como objetivo la reducción del riesgo de inundaciones provocadas por fenómenos climatológicos extremos que puedan afectar a la población y áreas productivas del estado de tabasco. El PROHTAB considera beneficiar a un total de 166,422 hectáreas y 1'874,244 habitantes entre 2015-2022, que constituyen la población objetivo del proyecto.

La comisión nacional del agua a través la dirección local tabasco tiene programado la realización de estudios y proyectos en el estado de tabasco. Por otra parte, con fundamento en el artículo 18, cuarto párrafo de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, la comisión nacional del agua a través de la dirección local tabasco, han decidido que la prestación de los servicios para elaborar estudios y proyectos ejecutivos, las

realicen empresas, con amplia y comprobable experiencia en la revisión y supervisión de estudios y proyectos ejecutivos, relacionados con las vías terrestres e hidráulica, incluyendo la ingeniería de sitio y normatividad vigente, que dispongan de la capacidad técnica, financiera y de organización para realizar esta tarea, que es materia de este documento, incluyendo los equipos e instrumentos necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Como parte de los recorridos de inspección a cargo de la subdirección de obras de protección e ingeniería de ríos de la dirección local tabasco, se han identificado sitios vulnerables que requieren atención inmediatica los cuales ponen en riesgo a la población, por este motivo se identificaron aquellas acciones que pueden ser atendidas dentro del marco de las acciones registradas en el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB).

Por lo anterior, esta comisión nacional del agua requiere realizar el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**.", con el objeto de poder definir los trabajos que minimicen los efectos de erosión causados por el río de la sierra.

3. Localización.

La localización geográfica nos permitirá ubicar mediante coordenadas, el punto que queremos encontrar para fines de visita o de contemplar el espacio de nuestra zona de estudio. Es importante que se mencione desde la macro localización; es decir indicar país, estado y municipio, y así mismo indicar a través de la micro localización; aquella que pueda darnos ya con exactitud los datos que nos indiquen el acceso por medios de transporte y además unas coordenadas por si existe la manera para el interesado de ubicarlo con medios satelitales.

3.1. Localización general y extensión territorial.

La zona de estudio se ubica en el municipio de Centro, localizado en la región Centro, tiene como cabecera municipal la ciudad de Villahermosa entre los paralelos 17°59' de latitud norte y 92° 56' de longitud oeste.

El municipio Colinda al Norte con el municipio de Centla, al Este con el municipio de Macuspana, al Oeste con los municipios de Nacajuca y Cunduacán, y al Sur con los municipios de Jalapa y Teapa. La extensión territorial del municipio es de 1,611.12 km², los cuales corresponden al 6.59% respecto del total del estado, ocupando el 7º Lugar en la escala de extensión territorial (figura 1).



Figura 1. Macro localización.

3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas aproximadas del punto de referencia (punto del centro del tramo en estudio), con el fin de identificar en este documento la zona de estudio (ver tabla 1). Y en la figura 2 se puede observar la ubicación de la zona de estudio.

Tabla 1. Coordenadas de la zona de estudio.

Coordenadas en Proyección UTM	
X= 511,098.80	Y= 1´981,682.45

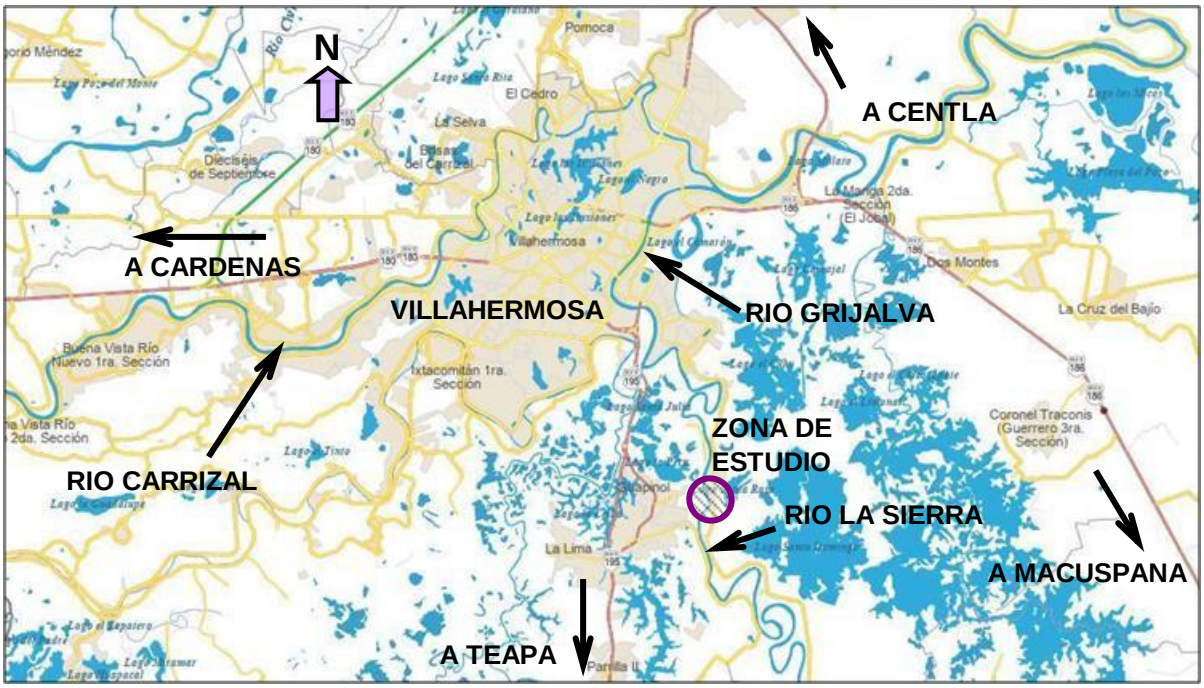


Figura 2. Micro localización.

4. Geografía de la zona de estudio.

La geografía de nuestro sitio de estudio, nos permitirá analizar los diversos fenómenos en sus características y distribución ya sea de relieve, clima, vegetación, población entre muchas otras más. Como parte de este informe, nos interesara conocer de manera puntual ciertas características en la zona de nuestras cuencas que nos ayude a tener una idea de las condiciones que influirán en los cálculos que más adelante se desarrollaran.

4.1. Precipitaciones.

Debido a su localización geográfica, el estado de Tabasco está situado en una de las zonas más vulnerables a los fenómenos hidro-meteorológicos severos, por ello es considerado una de las regiones más lluviosas de la República. Desde el punto de vista hidrológico, en él se desarrolla un complejo sistema de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) "la precipitación anual que ocurre en la región se encuentra entre las más altas del mundo (1,500 milímetros hacia la zona costera y hasta 4,000 en las zonas de las sierras), siendo en consecuencia la más alta en la República Mexicana como se puede apreciar en la figura 3 y 4.

4.2. Clima.

En la zona de estudio predomina el clima calido semi-calido húmedo (ver figura 5) debido a que se localiza en la franja intertropical del planeta y a que la disposición del relieve propende la retención de humedad. La temperatura promedio oscila en un rango de 26° a 28°. La región de las cuencas de la zona de estudio presenta lluvias casi todo el año, en la zona de estudio hay abundantes lluvias de junio a noviembre y cesan relativamente de enero a mayo. Así mismo, las precipitaciones oscilan entre los 1500 mm y 2000 mm.

4.3. Hidrografía e hidrología.

El área de las cuencas de la zona de estudio se localiza en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y subregión hidrológica del rio La Sierra, las aportaciones pluviales nutre de sus aguas a estos importantes colosos hidrográficos, dando lugar, a fin de cuentas, a las mayores cuencas acuíferas del país, como se puede observar en la figura 6.

4.4. Relieve.

La zona de estudio se localiza en la planicie del estado de tabasco el cual pertenece a la provincia de la llanura costera del golfo sur, donde el sistema de topo formas es una zona plana (ver figura 7). Los niveles en toda esta parte de la región no sobre pasa los 10 msnm (véase la figura 8).

4.5. Edafología y geología.

En la zona de estudio predomina el tipo de suelo Gleysol (hasta un 90%), y en menor medida los suelos Cambisol, Vertisol, Acrisol, Fluvisol y Luvisol. La zona tiene como periodo geológico el neógeno, cuaternario y paleógeno. El tipo de roca es; Sedimentaria y Lutita-arenisca y suelo tipo aluvial, palustre y lacustre (véase la figura 9).

4.6. Uso del suelo y vegetación.

La zona estudio se tiene como uso potencial de la tierra el pastizal cultivado, aprovechamiento de vegetación de pastizal y el uso de mayor área es el urbano con infraestructura de viviendas y así mismo se tienen arbolares de diversas especies como se puede observar en la figura 10.

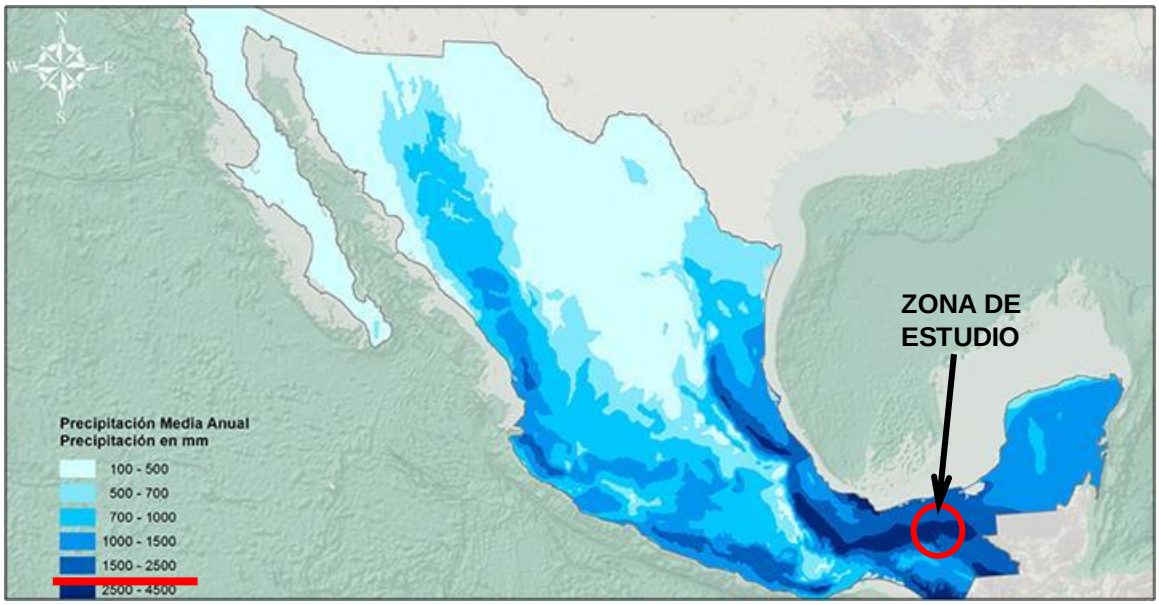


Figura 3. Mapa de precipitaciones media de la república mexicana (Fuente Inegi).

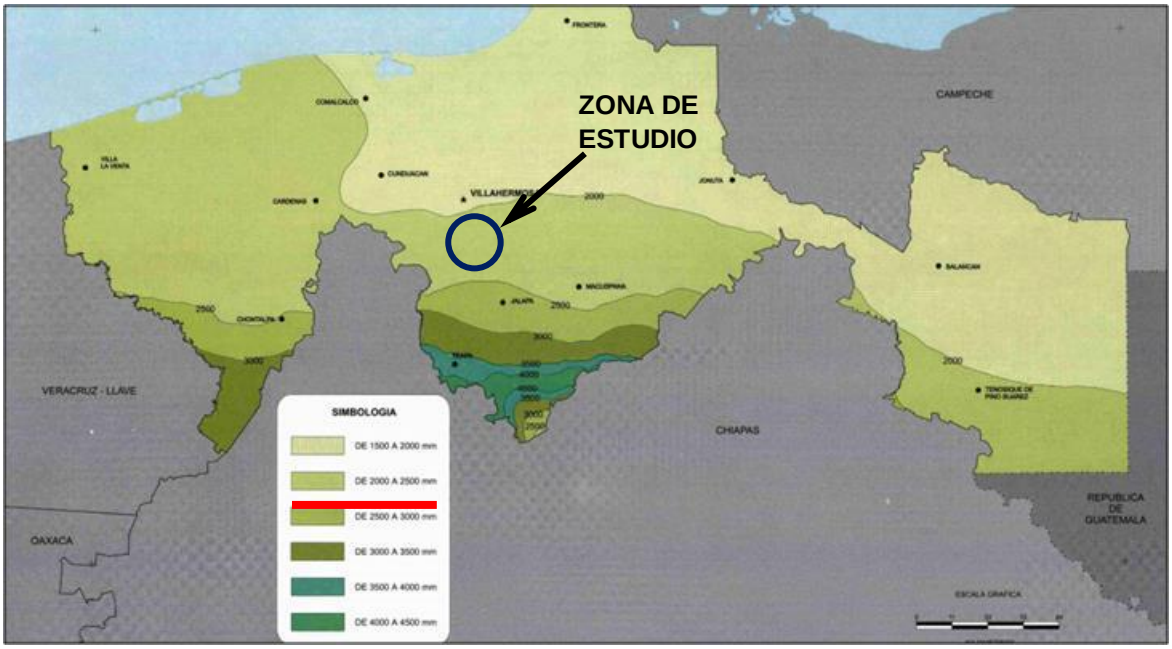


Figura 4. Mapa de precipitaciones media del estado de Tabasco (Fuente Inegi).



Figura 5. Mapa Climatológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

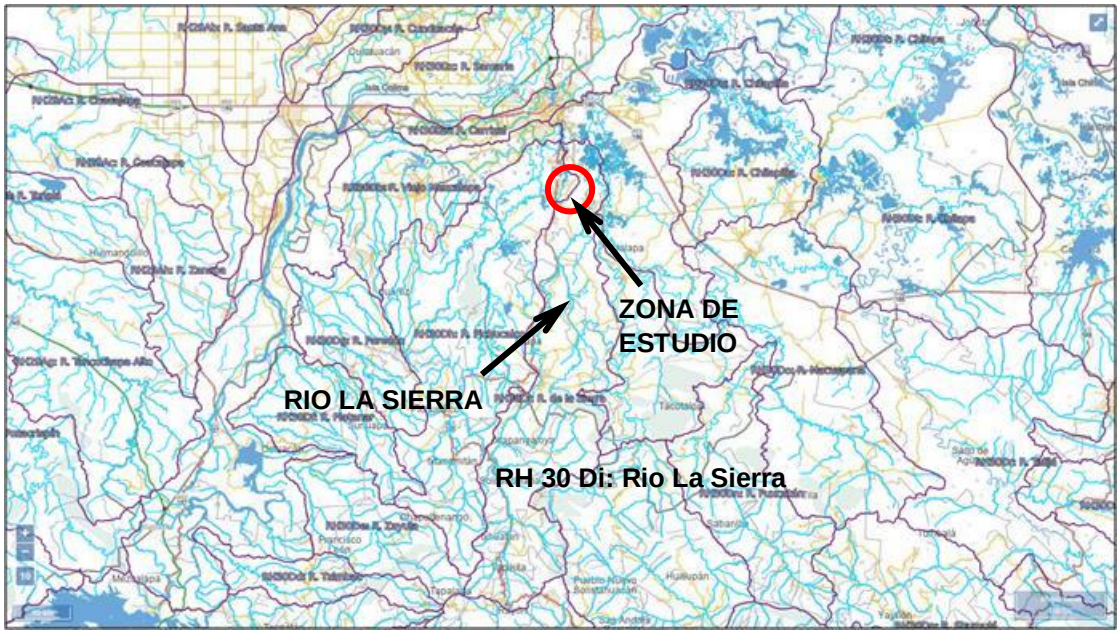


Figura 6. Mapa Hidrológico General de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 7. Mapa de Fisiografia de la zona de estudio (Fuente Inegi).

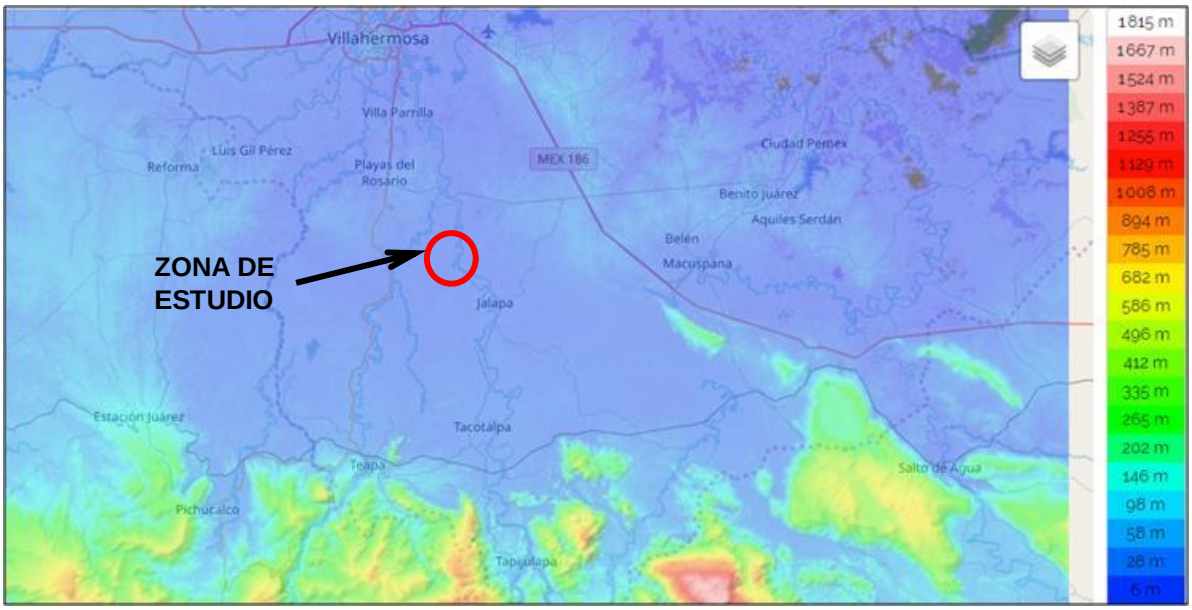


Figura 8. Mapa de relieve de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 9. Mapa edafológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 10. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio (Fuente Inegi).

5. Objetivos.

El objetivo General del contrato es: realizar los trabajos necesarios de campo y gabinete requeridos para integrar de manera satisfactoria el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**" de acuerdo a la normatividad vigente.

Como parte del presente informe, se planteó un objetivo particular:

Elaborar el estudio hidrológico del rio La Sierra en el punto ubicado al comienzo del tramo de estudio con la finalidad de determinar los gastos de operación de acuerdo a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, mismas que servirán para realizar un tránsito de avenidas y con ello asignarle el Tr al gasto formativo (antes del desborde) y obtener así el gasto de diseño de obras.

Objetivos desglosados:

- Realizar la visita al sitio de estudio para ver físicamente las condiciones hidrológicas.
- Recopilar información necesaria para el estudio hidrológico.
- Delimitación la cuenca hidrográfica del rio La Sierra en el punto de estudio.
- Obtener los parámetros de caracterización morfo métrica de la cuenca.
- Realizar el análisis de la estación hidrométrica y análisis de precipitaciones para cuenca propia.
- Obtener los gastos por periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.
- Dar las conclusiones y recomendaciones.

6. Recopilación de información para el estudio.

Básicamente se requieren dos tipos de información principal para el estudio, estas son:

1. Información de la cartografía topográfica actualizada existente, así como la información digital de elevaciones del área de estudio, misma que servirá para delimitar la cuenca.

2. Datos de la estación hidrométrica y climatológica que se localizan cercanas al tramo de estudio, y seleccionar de ella los gastos y precipitaciones máximas presentadas en cada año.

6.1. Obtención de datos topográficos y de elevaciones.

A continuación se describirá brevemente los pasos con la que se obtuvieron la información de topografía y curvas de nivel:

- Descargamos de la página de **INEGI** la información de cartas topográficas en archivos SHP que son los datos vectoriales de toda la topografía existente como carreteras, poblados, cuerpos de aguas y ríos, e incluyen las curvas de nivel equidistantes a 5 metros (ver figura 10).

- Importamos esta información al programa **Q-GIS**, siendo este un software de código libre que maneja los sistemas de información geográfica (Geografic Information Sistem) de manera precisa y procedemos a manipular la información para la zona que nos interese. (ver figura 11).

- Por último se exportaron las curvas de nivel y toda la información mencionada anteriormente al software **CIVIL3D** siendo este un software de diseño de ingeniería civil que admite flujos de trabajo en sistema BIM (Building Information Modeling o modelado de información de construcción) para poder manipular la información topográfica de la zona en formato CAD (ver figura 12).

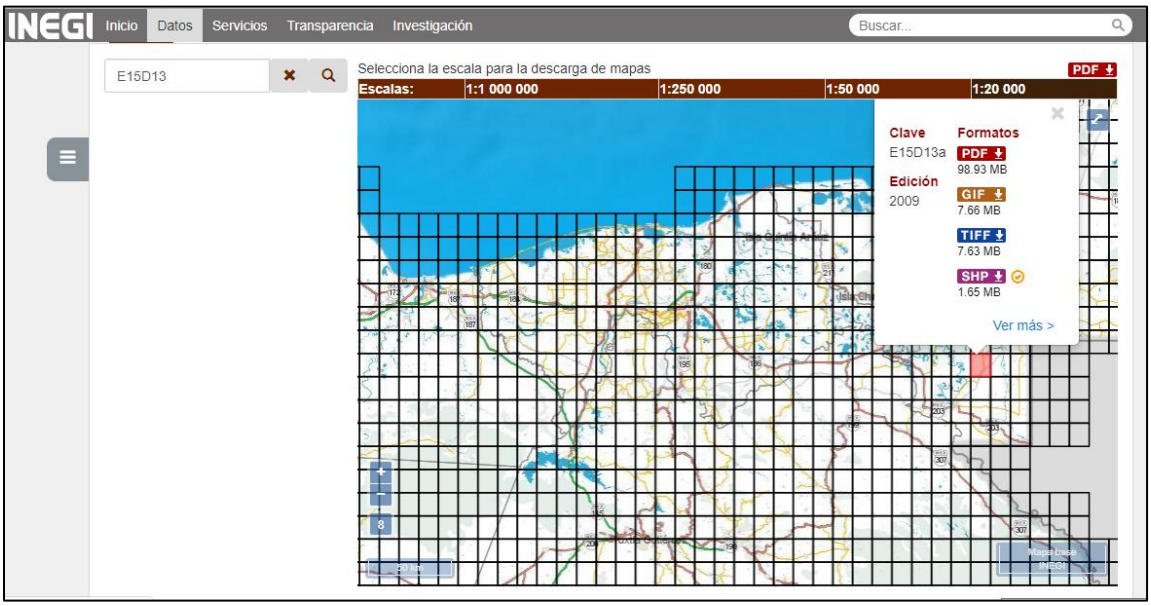


Figura 10. Descargas de Cartas topográficas y de elevaciones de la INEGI.

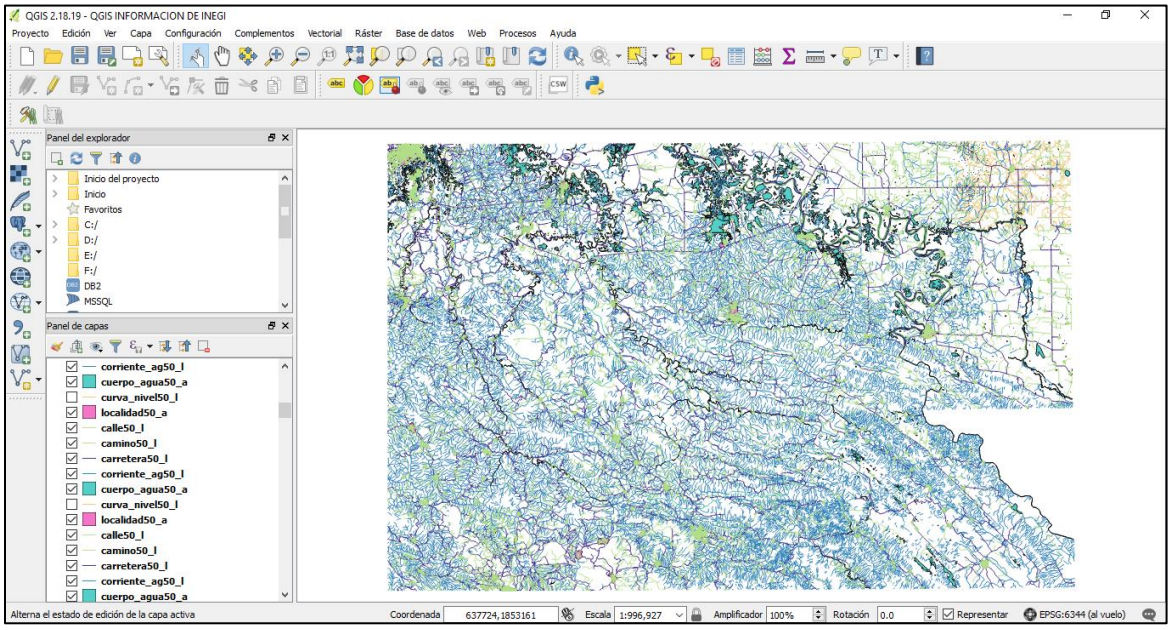


Figura 11. Procesamiento de datos geográficos en el software Q-GIS.

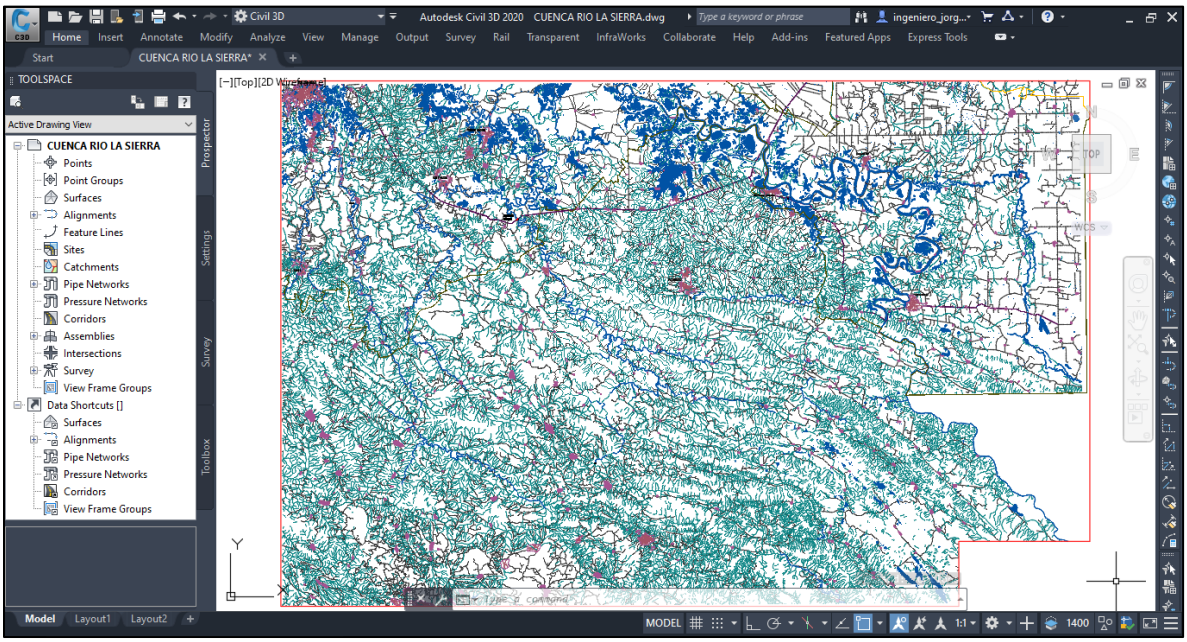


Figura 12. Exportación de datos al formato del software Civil3D.

6.2. Obtención de datos de estaciones hidrométricas (gastos) y climatológicas (precipitaciones).

A continuación se describirá los pasos breves con la que se obtuvieron la información de datos de gastos y lluvias:

- De la página oficial de **CONAGUA** se obtiene un archivo **KML** que proporciona la dependencia para poderlas visualizar satelitalmente a través del programa **Google Earth**.

- Se visualizan todas las estaciones hidrométricas y climatológicas que están operando cercanos al rio de interés, en este caso en el rio La Sierra, y se ubican las estaciones que se localice con más cercanía aguas arriba del tramo en el caso de hidrométrica y a la periferia del tramo para las lluvias (ver figura 13).

- Se ubican las estaciones en el mapa digitalizado de **AutoCAD** de la información descargada explicada anteriormente, cuyas coordenadas y medidas son a escala real (ver figura 14).



Figura 13. Estaciones hidrométricas y climatológicas sobre la zona de interés.

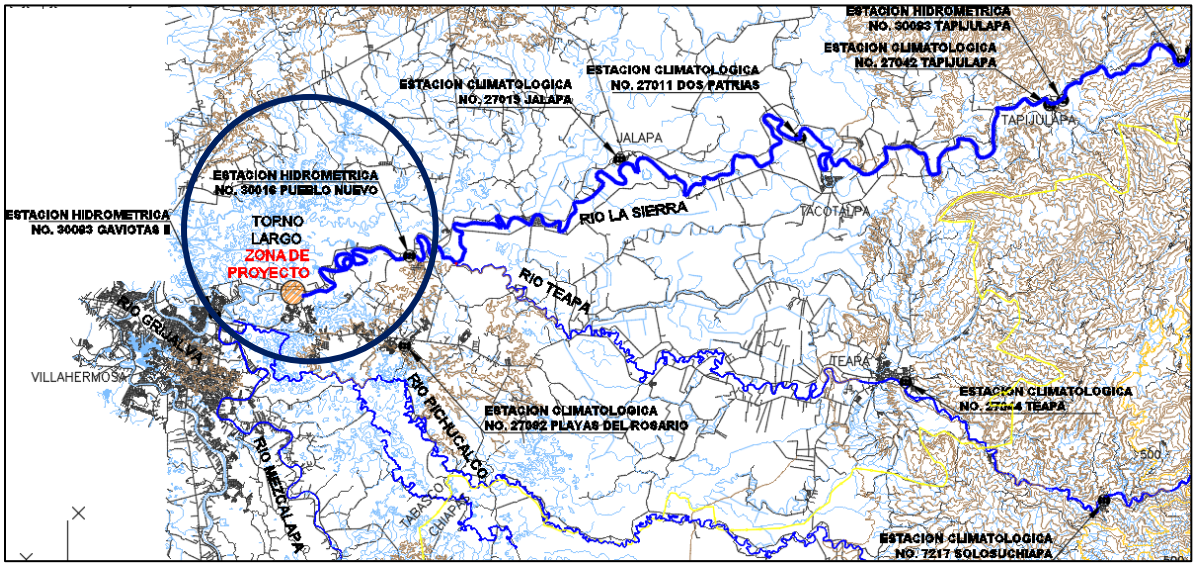


Figura 14. Ubicación de la estación hidrométrica y climatológica de interés en el formato CAD.

7. Delimitación de la cuenca hidrográfica.

7.1. Fundamentos teóricos de la hidrología y la cuenca.

Antes de entender el concepto de la cuenca hidrográfica y porque es necesaria para realizar un estudio hidrológico sobre el cauce donde se localiza la afectación será necesario algunos conceptos, definiciones y nociones teóricas sobre la hidrología superficial, ya que se pretende utilizarla para nuestra meta en este informe.

"Hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos"

El objetivo de la hidrología aplicada es la determinación de eventos de diseño realizando un análisis de hidrológico cuantitativo, que son análogos a las cargas de diseño en el análisis estructural, por poner un ejemplo de la ingeniería civil. Los resultados son normalmente sólo estimaciones, con aproximación limitada en muchos casos y burda en algunos otros. Sin embargo, estas estimaciones rara vez son menos aproximadas que las cargas usadas en el análisis estructural o el volumen de tráfico en carreteras, por ejemplo.

El ciclo hidrológico no tiene ni principio ni fin; y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmósfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmósfera y otra parte fluye bajo la superficie de la tierra hacia las corrientes, el mar u otros cuerpos de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar.

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas (ver figura 15). En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las segundas, el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar.

A continuación se describen las características de la cuenca y los cauces de mayor importancia por sus efectos en la relación precipitación-escurrimiento.

El parte aguas es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas.

El área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parte aguas.

La corriente principal de una cuenca es la corriente que pasa por la salida de la misma. Nótese que esta definición se aplica solamente a las cuencas exorreicas. Las demás corrientes de una cuenca de este tipo se denominan corrientes tributarias. Todo punto de cualquier corriente tiene una cuenca de aportación, toda cuenca tiene una y sólo una corriente principal. Las cuencas correspondientes tributarias o a los puntos de salida se llaman cuencas tributarias o sub cuencas (ver figura 16).

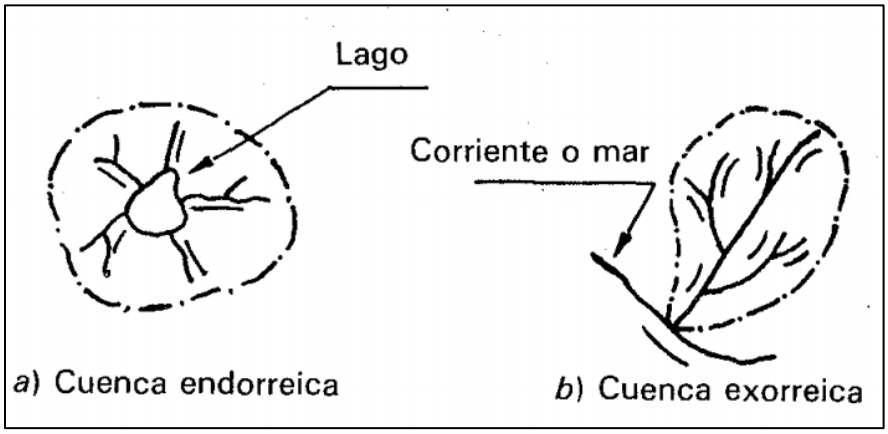


Figura 15. Tipos de cuenca según su descarga.

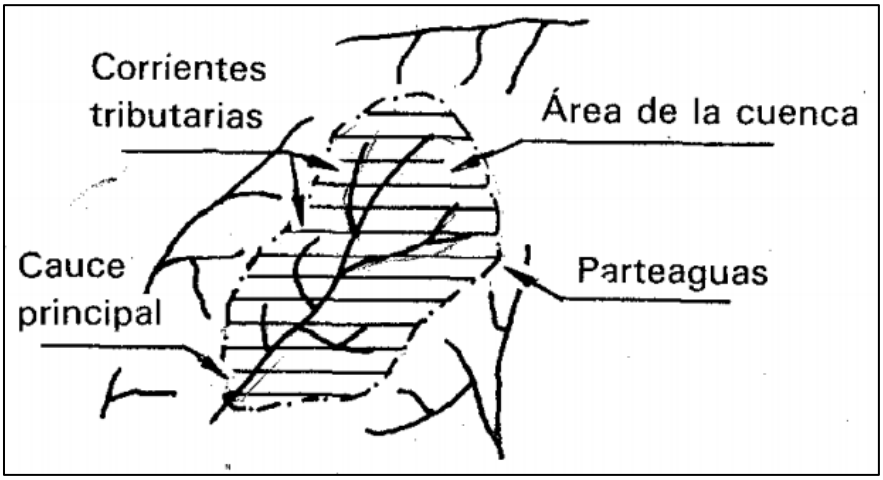


Figura 16. Partes de una cuenca hidrológica.

Una **cuenca hidrográfica** se define como un espacio físico delimitado por la propia naturaleza y principalmente por los límites que imponen las zonas de escurrimiento de las aguas superficiales convergiendo hacia un mismo punto de desagüe o de cierre. De forma simplificada, el agua de las precipitaciones que circula por una cuenca tiene tres posibles caminos a seguir: 1) evaporarse, 2) infiltrarse, y 3) correr por la superficie en función de la topografía y las pendientes. Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la primera se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la otra incluye, además, las aguas subterráneas (acuíferos).

La delimitación del presente documento se realizó a partir de criterios meramente topográficos e hidrográficos (red de drenaje superficial) aplicando un método de carácter numérico y natural que sigue la dirección del drenaje del agua.

La delimitación de una cuenca hidrográfica consiste en definir la línea divisoria de aguas, la cual es una línea curva definida por las altitudes y que tiene su punto de cierre en la zona más baja de la cuenca. La longitud de la línea divisoria es el perímetro de la cuenca y la superficie que encierra dicha curva es el área. Dicha delimitación implica una demarcación de las áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

7.2. Metodologías para la delimitación.

Existen diferentes maneras de delimitar o delinear cuencas hidrográficas. Maneras que van desde las realizadas manualmente hasta las que se realizan digitalmente de forma semiautomática con las herramientas de los SIG (Sistemas de Información Geográfica). Todas ellas conducen al mismo objetivo, sin embargo, la diferencia radica en la precisión; y es allí donde el método que se utilice y la información base determinarán la calidad del trabajo final.

Uno de los software que cuenta con un potente conjunto de herramientas hidrográficas es el programa Q-GIS, el cual permite modelar cuencas hidrográficas de forma automática a través de la superficie de un Modelo Digital de Elevación (MDE); haciendo más sencilla la laboriosa tarea de delimitar cuencas en forma manual. De este modo se procedió a trabajar con los geo-algoritmos que se ejecutan bajo el entorno del programa QGIS y que permiten delimitar las áreas de cuencas mediante una serie de procesos, utilizando como insumo básico el mencionado MDE (ver figura 17).

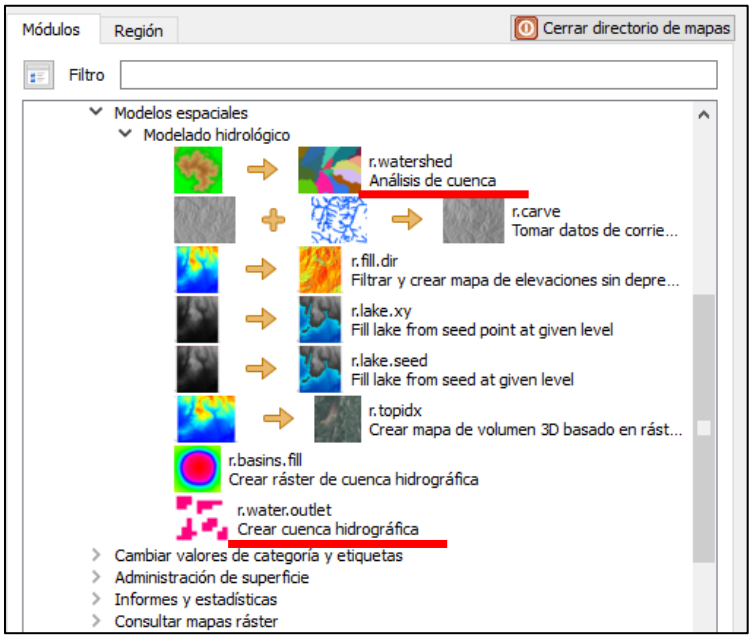


Figura 17. Comandos del programa Q-GIS para modelado hidrológico.

En nuestra cuenca hidrográfica, por ser de una magnitud considerable, se realizó la delimitación de manera manual, ya con la información de curvas obtenidas de la INEGI en formato CAD se procedió a seguir el parte aguas de la cuenca de acuerdo a la manera en que se obtenía el escurrimiento hacia el punto de salida.

7.3. Plano de la delimitación de la cuenca.

La información que contendrá el plano anexo será toda la necesaria para poder describir las características y parámetros de esta cuenca en particular.

Al final del informe se anexara el plano de la cuenca del rio La Sierra del tramo de estudio y se ubicara como el **anexo 1 "Planta General de la Cuenca Hidrográfica".**

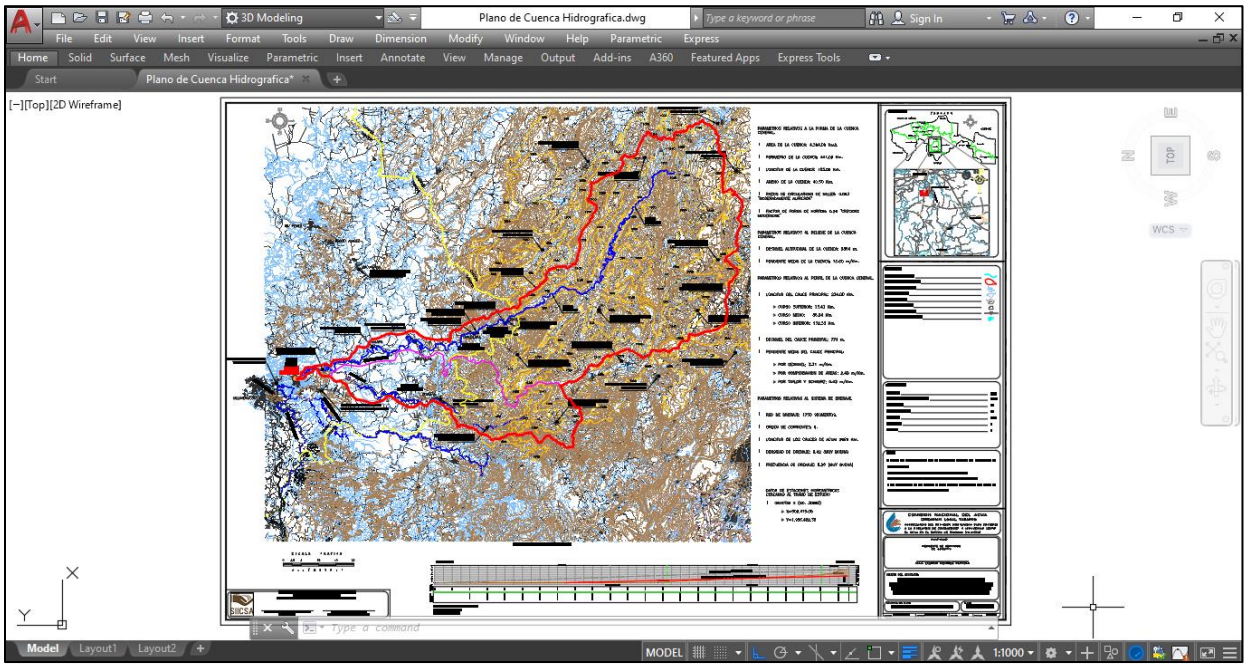


Figura 18. Imagen del plano de delimitación de cuenca digitalizado en formato CAD.

7.4. Resultados del proceso de delimitación hidrográfica y caracterización morfo métrica.

7.4.1. Parámetros relativos a la forma de la cuenca.

7.4.1.1. Área de la cuenca (A).

El Área de una cuenca se define como el total de la superficie proyectada sobre un plano horizontal, que contribuye con el flujo superficial a un segmento de cauce de orden dado, incluyendo todos los tributarios de orden menor. La Cuenca del rio La Sierra es una cuenca de tipo "exorreica" que ocupa un Área de **4,364 km2**. El dato se obtuvo de forma automática mediante la herramienta de AutoCAD, el cual arroja el resultado al realizar un achurado del área de la cuenca dibujada digitalmente.

El Área de cuenca tiene gran importancia por constituir el criterio de la magnitud del caudal, ya que, en condiciones normales los caudales crecen a medida que crece dicha área. La relación del Área de una cuenca con la Longitud de la misma es proporcional y está inversamente relacionada a aspectos como la densidad de drenaje.

7.4.1.2. Perímetro de la cuenca (P).

Por Perímetro de cuenca se entiende a la longitud del contorno o divisoria de aguas del área de la cuenca. Es la distancia que habría que recorrer si se transitara por todos los filos que envuelven la cuenca. La divisoria de aguas es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Marca el límite entre ésta y las cuencas vecinas.

El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. También se denomina "parte aguas". El Perímetro de la Cuenca del rio La Sierra es de **441 kilómetros**. El dato se obtuvo de forma automática mediante la herramienta de AutoCAD, el cual arroja el resultado al tocar la línea del perímetro de la cuenca dibujada digitalmente. El Perímetro de la cuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca.

7.4.1.3. Longitud de la cuenca (L).

Se entiende por Longitud de cuenca a la longitud de una línea recta con dirección "paralela" al cauce principal. Dado que por lo general el cauce principal no se extiende hasta el límite de la cuenca, es necesario suponer un trazado desde la cabecera del cauce hasta el límite de la cuenca, siguiendo el camino más probable para el recorrido del agua precipitada.

En este caso el cauce principal corresponde propiamente al curso del rio La Sierra. La Longitud de la Cuenca del río La Sierra es de **140 kilómetros**. El dato se obtuvo de forma automática mediante la herramienta de AutoCAD, el cual arroja el resultado al tocar la línea del recorrido del curso del rio de la cuenca dibujada digitalmente.

7.4.1.4. Ancho de la cuenca (W).

El ancho de cuenca se define como el cociente entre el Área (A) y la Longitud de la cuenca (L), obtenida en kilómetros.

W = A / L: 4,364 Km2 / 140 Km = 31.17 Km.

Dónde:

W: Ancho de cuenca (km)

A: Superficie o Área de la cuenca (km2)

L: Longitud de la cuenca (km)

Mediante este método se obtuvo el ancho promedio de la Cuenca del rio, el cual equivale a **31.17 kilómetros**.

7.4.1.5. Razón de circularidad de Miller (M).

Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiografía de una región y, particularmente, la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Cada cuenca tiene una forma determinada, sin embargo, en su mayoría son ovoides con la desembocadura en el extremo angosto.

Hay muchos parámetros que se emplean para analizar la forma, pero en este caso se ha escogido la Razón Circularidad de Miller; el cual equivale al cociente entre el Perímetro de la cuenca y el Área.

M = P / A: 441 Km / 4,364 Km = 0.10

Dónde:

M: Razón de Circularidad de Miller

P: Perímetro de la cuenca (km)

A: Superficie o Área de la cuenca (km2)

El Coeficiente de Circularidad de Miller varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas, mientras que un coeficiente de circularidad cercano a 0 indica que las cuencas son alargadas. Los valores disminuyen a medida que la cuenca es más alargada o rectangular y tienden a acercarse a la unidad para cuencas redondas.

Los datos anteriormente obtenidos (**0.10**) nos indican que la Cuenca del rio La Sierra es una cuenca "**moderadamente alargada**".

En líneas generales, las cuencas más ensanchadas poseen mayor susceptibilidad a generar crecidas ya que el tiempo de recorrido del agua a través de la cuenca es mucho más corto que en cuencas alargadas en donde el

tiempo de viaje del agua es mucho más largo, contribuyendo a que los picos de crecidas sean menos súbitos en caso de lluvias concentradas.

7.4.1.6. Factor de forma de Horton (K).

El Factor de Forma de Horton expresa la relación existente entre el Área de la cuenca y el cuadrado de la longitud máxima o longitud axial de la misma.

El escurrimiento resultante de una lluvia sobre una cuenca de forma alargada, no se concentra tan rápidamente, como en una cuenca de forma redonda; además, una cuenca con un factor de forma bajo (forma alargada) es menos propensa a tener una lluvia intensa simultáneamente sobre toda su superficie, que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.

K = A / L2: 4,364 Km2 / (140 x 140) = 0.22

Dónde:

K: Factor de Forma de Horton

A: Área o superficie de cuenca (km2)

Lˆ2: Longitud de cuenca al cuadrado (km)

El factor de forma de Horton para la cuenca del rio La Sierra es **0.22**

Un factor de forma superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o de un río principal corto que, consecuentemente, presentará tendencias a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

7.4.2. Parámetros relativos al relieve de la cuenca.

7.4.2.1. Desnivel altitudinal de cuenca (G).

Se entiende por desnivel altitudinal de cuenca al valor surgido de la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima de la cuenca.

Cota máxima (HM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca. En este caso asciende a 2,900 msnm en La Sierra alta de Chiapas.

Cota mínima (Hm): Es la cota sobre la cual la cuenca desagua y determina su parte final. Equivale a -3 msnm sobre un punto verificado mediante GPS en el punto del tramo de estudio.

G = HM – Hm 2,900 – (-3) = 2903

Dónde:

G: Desnivel Altitudinal (m)

HM: Altura máxima (msnm)

Hm: Altura mínima (msnm)

El desnivel altitudinal de la cuenca del rio La Sierra es de **2,903 metros**. El dato se obtuvo de las elevaciones de las curvas de nivel, y ubicando los niveles en la longitud más alta del límite de la cuenca dibujada en AutoCAD.

El desnivel altitudinal se relaciona con la variabilidad climática y ecológica puesto que una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentarse variaciones importantes en su precipitación y temperatura.

7.4.2.2. Pendiente media de cuenca (S).

Existen varios métodos y fórmulas para calcular la Pendiente de cuenca.

A los fines prácticos se ha optado por el que a priori se presenta como de los más sencillos, lo cual no implica que su dato no sea preciso.

La Pendiente media de una cuenca se obtiene del cociente entre el desnivel altitudinal (diferencia entre la máxima y la mínima elevación) y la Longitud de cuenca.

S = G / L: 2,903 m / 140 km = 20.74

Dónde:

S: Pendiente de cuenca (m)

G: Desnivel altitudinal de cuenca (m)

L: Longitud de cuenca (km)

De acuerdo al método aplicado la pendiente media de la cuenca del rio La Sierra equivale a **20.74 metros/km.**

7.4.3. Parámetros relativos al perfil de la cuenca.

7.4.3.1. Longitud del cauce principal (Y).

La longitud del cauce de una cuenca está definida por la longitud de su río principal, siendo la distancia equivalente que recorre éste desde su origen en aguas arriba hasta su desembocadura. En este caso es de **216.00 kilómetros** y corresponde al curso principal del rio La Sierra.

El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua o bien con mayor longitud. Tanto el concepto de río principal como el nacimiento del río son arbitrarios, como también lo es la distinción entre el río principal y afluente.

Al igual que la superficie, este parámetro influye en la generación de escurrimiento.

Curso superior: Comprende una longitud aproximada de 13.43 km. y registra alturas que van desde los 460 hasta los 780 msnm.

Curso medio: Comprende una longitud de 88.24 km. y registra alturas aproximadas que van desde los 40 hasta los 460 msnm.

Curso inferior: Comprende una longitud de 114.33 km. y registra alturas que van desde los -3 hasta los 40 msnm.

7.4.3.2. Desnivel del cauce principal (V).

El desnivel altitudinal del cauce es el valor surgido de la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima del río principal.

V = HM – Hm 780 – (-3) = 783 m.

Dónde:

V: Desnivel del cauce (m)

HM: Altura máxima (msnm)

Hm: Altura mínima (msnm)

El desnivel altitudinal del cauce del rio La Sierra es de **783 metros**. El dato se obtuvo de las elevaciones de las curvas de nivel, y ubicando los niveles en la longitud más alta y baja del cauce de la cuenca dibujada en AutoCAD.

7.4.3.3. Pendiente media del cauce principal (J).

La pendiente media del cauce es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce y su longitud.

J = V / Y: 783 / 216.00 = 3.62

Dónde:

J: Pendiente media del cauce (m)

V: Desnivel altitudinal (msnm)

Y: Longitud del cauce principal (km)

De este modo se obtuvo la pendiente media del cauce principal de la cuenca del rio La Sierra, el cual equivale a **3.62 metros/kilómetros.**

Al aumentar la pendiente aumenta la velocidad del agua por la red hidrográfica, haciendo más susceptible a la cuenca a procesos erosivos y al arrastre de materiales. Este parámetro permite evaluar el potencial para erosionar, a partir de la velocidad del flujo, lo cual nos ayuda entender el comportamiento en el tránsito de avenidas

Por las diferencias entre los desniveles de los diferentes tipos de cursos (superior, medio e inferior), solo tomar los puntos extremos nos da un resultado con pendiente muy pronunciada, por lo que se opta por obtener la pendiente por otros dos métodos; el de igualdad de áreas que igual por trazar una línea recta desde el punto más bajo hasta el extremo pero que compense las áreas entre el perfil del terreno y el perfil proyectado (ver plano de delimitación de la cuenca anexo a este documento). De esta manera la pendiente tiene un valor medio más compensado, siendo entonces de **2.40 metros/kilómetros.**

Posteriormente se calcula la pendiente con el método de Taylor y Schwarz, el cual proponer calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión.

La velocidad de recorrido del agua en el tramo i puede calcularse como:

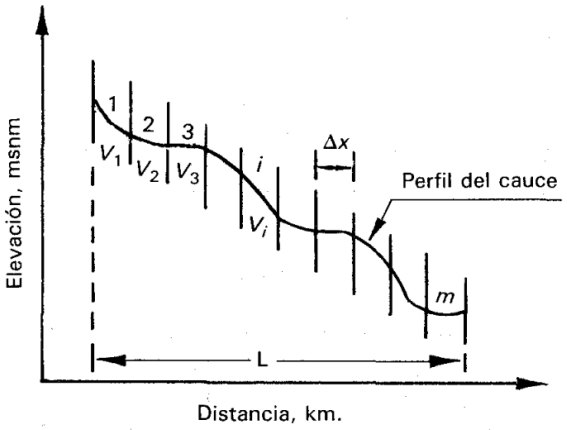
$$V_i = k\sqrt{S_I}$$

Donde k es un factor que depende de la rugosidad y la forma de la sección transversal y Si es la pendiente del tramo i. Además por definición:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

Donde Ax es la longitud del tramo i, y ti es el tiempo de recorrido en ese tramo y se obtiene:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$



Por otra, la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en m tramos es:

$$V = \frac{L}{T} = k\sqrt{S}$$

Donde L es la longitud total del cauce, T es el tiempo total de recorrido y S es la pendiente media buscada, el tiempo T será naturalmente:

$$T = \sum_{i=1}^{m} t_i = \sum_{i=1}^{m} \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Y la longitud L=

$$L = \sum_{i=1}^{m} \Delta x = m\Delta x$$

Finalmente con las ecuaciones anteriores se despeja la pendiente S obteniendo:

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \ldots \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Donde li es la longitud del tramo i.

Del plano anexo de delimitación de la cuenca, obtenemos del perfil del cauce principal, los tramos y sus longitudes a las cuales les calculamos sus pendientes y así poder utilizar la formula anterior para obtener la pendiente media del cauce en la longitud total.

Tramo No.	Longitud en km	Nivel de inicio	Nivel final	Pendiente	$l_i / \sqrt{S}$
L1	3.57	780	732	0.0134454	30787.9911
L2	1.98	732	619	0.0570707	8288.16886
L3	3.00	619	539	0.0266667	18371.1616
L4	4.93	539	461	0.0158215	39194.3162
L5	10.98	461	403	0.0052823	151074.376
L6	17.09	403	330	0.0042715	261488.057
L7	12.11	330	293	0.0030553	219087.305
L8	22.06	293	194	0.0044878	329297.748
L9	9.35	194	140	0.0057754	123032.706
L10	8.44	140	115	0.0029621	155075.285
L11	8.16	115	43	0.0088235	86869.9784
L12	11.01	43	26	0.0015441	280188.049
L13	103.32	26	-3	0.0002807	6166847.25
L =	216.00				7869602.39

Sustituyendo en la fórmula:

$$S = \left[\frac{216000}{786960239} \right]^2 = 0.00075 m/m$$

7.4.3.4. Perfil longitudinal del cauce principal.

El perfil longitudinal es la representación gráfica de las diferentes altitudes de un río desde su nacimiento hasta su desembocadura. De ella se obtiene una curva accidentada por diversas rupturas de pendiente. Es simplemente el gráfico de alturas en función del cauce principal.

El perfil dibujado con las elevaciones de terreno natural y de la pendiente media se puede observar en el plano anexo de este documento "planta general de la cuenca hidrográfica".

7.4.4. Parámetros relativos al sistema del drenaje.

7.4.4.1. Red de drenaje.

La red de drenaje de una cuenca se refiere a las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí los cauces de las corrientes naturales dentro de ella. Es el sistema de corrientes o cauces (ríos, arroyos, etc.) por donde fluye el agua dentro de la cuenca.

La red de drenaje de la cuenca del rio La Sierra está compuesta por un total aproximado de **1,750 segmentos (cauces)** que determinan patrones de drenaje de tipo "dendrítica" (similar a las ramificaciones de un árbol).

Estos constituyen una medida de la energía de la cuenca, de la capacidad de captación de agua y de la magnitud de la red fluvial; abastecida en este caso por un régimen de tipo pluvial el cual propicia 21 importantes flujos temporarios. Un mayor número de causes proporciona un mejor drenaje de la cuenca y, por tanto, favorece el escurrimiento

7.4.4.2. Orden de corriente (O).

El Orden de las corrientes permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. Se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton y el de Strahler.

En este caso, para determinar el orden de secuencia de las corrientes se usó el método de Strahler; el cual define el tamaño de una corriente basándose en la jerarquía de los afluentes:

- Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios.
- Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden n-1 se unen.
- Cuando un cauce se une con un cauce de orden mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los órdenes.
- El orden de la cuenca es el mismo que el orden del cauce de salida.

Siguiendo los criterios del Método de Strahler se establece que la cuenca del rio La Sierra es una cuenca de **orden 6**.

7.4.4.3. Longitud de los cauces de agua (C).

La Longitud total de los cauces de agua es la suma de la distancia total recorrida por los diferentes cursos de agua que forman parte de la red hidrográfica de la cuenca. La distancia recorrida por un curso de agua se mide en kilómetros desde su origen hasta su desembocadura.

La Longitud total de los cursos de agua que conforman la red de drenaje de la cuenca del rio La Sierra es de **2,686 kilómetros.**

7.4.4.4. Densidad de drenaje (Z).

La Densidad de drenaje es un índice que cuantifica el grado de desarrollo de la red hidrográfica y que está relacionada con la cantidad de precipitaciones y la pendiente de la superficie del suelo.

La Densidad de drenaje permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión.

Se obtiene del cociente entre la Longitud total de los cursos de agua y el Área de cuenca.

Z = C / A 2,686 / 4,364 = 0.61

Dónde: Z:

Densidad de drenaje (km/km2)

C: Suma de las Longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km)

A: Superficie o Área de la cuenca (km2)

De este modo se obtiene cual es la densidad de los drenajes (kilómetros de cursos de agua) por cada kilómetro cuadrado. Para la cuenca del rio La Sierra equivale a **0.61.**

Una densidad de drenaje alta refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación. Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta.

En sitios donde los materiales del suelo son resistentes a la erosión o muy permeables, y donde el relieve es suave, se presentan densidades de drenaje bajas. Los valores altos de la densidad de drenaje reflejan, generalmente, áreas con suelos fácilmente erosionables o relativamente impermeables, con pendientes fuertes y escasa cobertura vegetal.

7.4.4.5. Frecuencia de drenaje (F).

La Frecuencia de drenaje se define como el cociente entre el número total de los cursos fluviales y el Área de la cuenca.

F = N / A 1750 / 4,364 = 0.40

Dónde:

F: Frecuencia de drenaje (u/km2)

N: Número de corrientes o causes (U)

A: Área o superficie (km2)

Del cálculo anterior surge que la Frecuencia de drenaje para la cuenca del rio La Sierra es de **0.40.**

Al obtener el número de cauces por km2, establece la mayor o menor posibilidad de que cualquier gota de agua encuentre un cauce en mayor o menor tiempo.

7.5. Tiempo de concentración de la cuenca.

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda la cuenca en aportar todo su gasto para concentrarlo en el punto de salida. Se supone que el máximo escurrimiento se presenta en el tiempo de concentración Tc cuando toda la cuenca está contribuyendo al flujo en su salida.

Para calcular el tiempo de concentración se utilizara las siguientes ecuaciones:

Fórmula de Kirpich. $$Tc = 0.06628\left(\frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}\right)$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en superficie, expresado en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros.

i; es la pendiente, en m/m.

Fórmula de California $$Tc = \left(\frac{0.871L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros

H; es el desnivel máximo de la cuenca, en m.

Fórmula de Giandotti. $$Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en superficie, expresado en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros.

S; es la superficie de la cuenca en Km2.

H; es el desnivel máximo de la cuenca, en m.

DATOS DE LA CUENCA:

Área total de la cuenca: **4,364.00 km2**

Longitud principal de escurrimiento: **216.00 Km**

Se tomara como pendiente media el valor de **0.00075 m/m**, siendo esta la que predomina en toda la longitud de rio en la cuenca.

Desnivel del cauce principal desde el inicio al punto de salida H: **783 m.**

Sustituyendo en las formulas.

Fórmula de Kirpich. $$Tc = 0.06628\left(\frac{216^{0.77}}{0.00075^{0.385}}\right) = 66.37hrs$$

Fórmula de California $$Tc = \left(\frac{0.871(216)^3}{783}\right)^{0.385} = 36.23hrs$$

Fórmula de Giandotti. $$Tc = \frac{4\sqrt{4364.00} + 1.5(216)}{0.8\sqrt{783}} = 26.28hrs$$

8. Análisis de gastos de la estación hidrométrica.

Se localizó una estación hidrométrica sobre el cauce del rio La Sierra con el número **30016** nombrada como **Pueblo Nuevo** precisamente ubicada en el poblado Pueblo Nuevo, ubicado aproximadamente a 18 km del tramo de estudio siguiendo el curso del rio.

La estación Pueblo Nuevo está situada a 26 kilómetros al sur de Villahermosa, Tabasco y a 800 metros aguas abajo de Pueblo Nuevo de las Raíces, en el municipio Centro del estado de Tabasco. Es accesible por la carretera que sale al sur de Villahermosa, Tabasco. Rumbo a Teapa, y 19 km de la primera, existe una desviación que conduce a Macuspana, la cual se sigue seis kilómetros hasta el poblado de Pueblo Nuevo, de donde a 800 metros aguas abajo. Se colocó para conocer el volumen aportado por el rio La Sierra al rio Grijalva.

El tramo es recto en 300 metros y sus márgenes están constituidas por material areno-arcilloso, La sección es irregular, sus márgenes y el fondo del cauce están formados por material limo-arenoso. Está colocada perpendicularmente al eje de la corriente. Hay una escala que se lee cada seis horas durante el estiaje y cada hora en las crecientes, situada a 200 metros aguas abajo de la sección de aforos, es de madera y está seccionada en ocho tramos escalonados, con una capacidad total de diez metros.

Se aforaba en canoa con una estructura de cable de acero de 0.95cm de diámetro, apoyada en masteleros de madera de ocho metros de altura. En junio de 1960 se reconstruyó la estación quedando formada por torres de concreto de 11 metros de altura. Durante el período comprendido entre noviembre de 1947 y junio de 1960 los aforos se practicaban desde una canoa y de junio de 1960 a la fecha se practican desde la canastilla. Datos disponibles a partir del 20 de noviembre de 1947 a la fecha.

El registro continuo y automático de niveles se obtiene mediante el empleo de un limnígrafo Stevens tipo "E" colocado en caseta y pozo de ladrillo, situado sobre la margen derecha a 200 m aguas abajo de la sección de aforos

La dependencia federal CONAGUA proporciono la información de los registros históricos de gastos máximos anuales de la estación hidrométrica cuyos valores son los siguientes:

Tabla 2. Registro histórico de gastos en la estación Pueblo Nuevo.

Año	Gasto (m3/s)	Año	Gasto (m3/s)
1948	787.88	1981	937.40
1949	722.14	1982	878.49
1950	703.00	1983	686.66
1951	722.29	1984	877.45
1952	883.75	1985	623.01
1953	746.62	1986	870.55
1954	692.50	1987	707.88
1955	785.75	1988	878.32
1956	734.00	1989	984.55
1957	742.00	1990	1270.14
1958	774.25	1991	680.83
1959	742.88	1992	1012.06
1960	749.13	1993	720.58
1961	908.19	1994	685.94
1962	919.25	1995	833.11
1963	887.62	1996	860.93
1964	937.32	1997	774.70
1965	824.75	1998	825.17
1966	835.25	1999	881.19
1967	917.22	2000	784.32
1968	896.51	2001	873.29
1969	904.61	2002	734.11
1970	873.11	2003	881.64
1971	789.90	2004	740.52
1972	800.50	2005	686.48
1973	896.43	2006	712.23
1974	822.07	2008	978.97
1975	863.28	2009	488.45
1976	807.01	2010	1440.97
1977	848.58	2011	1499.58
1978	918.04	2012	792.43
1979	895.52	2013	838.25
1980	832.66	2014	972.87

8.1. Análisis de homogeneidad para la estación hidrométrica.

Para evaluar la homogeneidad se emplea la prueba de Buishand (Buishand, 1982), que, por su origen bayesiano, puede ser empleada en variables con cualquier tipo de distribución y propone identificar un cambio en la media de la serie de datos.

El estadístico se define como:

$$S_0^* = 0 \; y \; S_d{}^* = \sum_{i=1}^{a} (y_i - \bar{y})$$

Para todo d =1, 2, …n.

La prueba se define como:

$$Q = \max_{0 \le d \le n} |S_d{}^* / S|$$

Otro estadístico de prueba que puede emplearse es el rango que calcula la diferencia entre el valor mínimo y máximo de las sumas parciales ajustadas.

La fórmula es $Q = \max_{0 \le d \le n} |S_d{}^* / S|$; es importante agregar que Buishand propone valores críticos de $Q/\sqrt{n}$ y $R/\sqrt{n}$ para las pruebas de homogeneidad.

El juego de Hipótesis planteadas en las tres pruebas son las siguientes:

Ho: Los datos son homogéneos. vs Ha: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos.

El nivel de significancia planteado es $\alpha = 0.05$, en decir, la probabilidad de rechazar la Ho cuando esta es verdadera (error de tipo I) es del 5% (Ramírez G. & López T., 1993).

Se realizó el análisis de homogeneidad de la Estación Hidrométrica Pueblo Nuevo (30016) para determinar la calidad de los datos de la misma obteniéndose los siguientes resultados, tabla 3 y 4.

Tabla 3. Test de homogeneidad de Buishand.

n	*yi*	*B*
		(yi-prom Yi)
1	787.88	-54.21
2	722.14	-119.94
3	703.00	-139.08
4	722.29	-119.79
5	883.75	41.67
6	746.62	-95.46
7	692.50	-149.58
8	785.75	-56.33
9	734.00	-108.08
10	742.00	-100.08
11	774.25	-67.83
12	742.88	-99.21
13	749.13	-92.96
14	908.19	66.11
15	919.25	77.17
16	887.62	45.54
17	937.32	95.24

n	*yi*	*B*
		(yi-prom Yi)
18	824.75	-17.33
19	835.25	-6.83
20	917.22	75.14
21	896.51	54.43
22	904.61	62.53
23	873.11	31.03
24	789.90	-52.18
25	800.50	-41.58
26	896.43	54.34
27	822.07	-20.01
28	863.28	21.20
29	807.01	-35.07
30	848.58	6.50
31	918.04	75.95
32	895.52	53.44
33	832.66	-9.42
34	937.40	95.31
35	878.49	36.41
36	686.66	-155.42
37	877.45	35.37
38	623.01	-219.07
39	870.55	28.47
40	707.88	-134.20
41	878.32	36.24
42	984.55	142.47
43	1270.14	428.06
44	680.83	-161.25
45	1012.06	169.98
46	720.58	-121.50
47	685.94	-156.14
48	833.11	-8.97
49	860.93	18.85
50	774.70	-67.38

n	*yi*	*B* *(yi-prom Yi)*
51	825.17	-16.92
52	881.19	39.11
53	784.32	-57.76
54	873.29	31.21
55	734.11	-107.97
56	881.64	39.56
57	740.52	-101.56
58	686.48	-155.60
59	712.23	-129.85
60	978.97	136.89
61	488.45	-353.63
62	1440.97	598.89
63	1499.58	657.50
64	792.43	-49.65
65	838.25	-3.83
66	972.87	130.79

Tabla 4. Resultados del test de homogeneidad de Buishand.

Cálculo de variables probabilísticas		
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	842.08	m3/s
∑yi-prom Yi	0.00	
Resultado	Homogénea	

8.2. Análisis de la estación hidrométrica.

Para asociar la información de los gastos máximos anuales a periodos de retorno se realizó los ajustes mediante las funciones de distribución de probabilidad. Para definir cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos de la estación hidrométrica sobre el rio La Sierra, se calcula el error cuadrático de cada una.

Para realizar esto de una manera confiable y con mayor precisión, se usó el software de función de distribución llamado **AX+B**, el cual presenta el siguiente marco teórico:

PERIODO DE RETORNO

El periodo de retorno se define como el número de años en el cual el evento puede ser igualado o excedido cuando menos una vez. Existen diversos autores que han propuesto ecuaciones para estimar el periodo de retorno, el programa de funciones de distribución AX+B emplea la ley de Weibull:

$$Tr = \frac{n+1}{m}$$

Donde:

Tr = Periodo de retorno

n = Numero de datos de la serie

m = Numero de orden de la serie

FUNCIONES DE DISTRIBUCION

El programa AX+B es capaz de realizar el ajuste de distribución de probabilidad a series de datos, esto mediante la aplicación de diversos procesos para estimar los parámetros de cada una.

Nombre de la función	***Ecuación***
Normal	$F(t) = \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \qquad z = \frac{x-\mu}{\sigma}$
Log-Normal de 2 parámetros	$F(t) = \int_{0}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \qquad z = \frac{\ln(x)-\mu}{\sigma}$
Log-Normal de 3 parámetros	$F(t) = \int_{0}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz \qquad z = \frac{\ln(x-xo)-\mu}{\sigma}$
Gumbel	$F(x) = e^{-e^{-\propto(x-\beta)}}$
Exponencial	$F(x) = \beta e^{-\beta x}$
Exponencial de dos parámetros	$F(x) = 1 - e^{(x-\sigma)/\mu}$
Gamma de dos parámetros	$F(x) = \frac{1}{\mu\Gamma(\sigma)} \int_{\delta}^{x} (\frac{x}{\alpha})^{\sigma-1} e^{(x)/\mu} dx$
Gamma de tres parámetros	$F(x) = \frac{1}{\mu\Gamma(\sigma)} \int_{\delta}^{x} (\frac{x-\delta}{\alpha})^{\sigma-1} e^{(x-\delta)/\mu} dx$
Doble Gumbel	$F(x) = pe^{-e^{-\alpha_1(x-\mu_1)}} + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\mu_2)}}$
Log-Normal Doble	$F(x) = p\int_{0}^{z_1} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z_1^2}{2}} dz + (1-p)\int_{0}^{z_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z_2^2}{2}} dz$
Frechet	$F(x) = e^{-e^{-\propto(\ln(x)-\beta)}}$
Doble Frechet	$F(x) = pe^{-e^{-\alpha_1(Ln(x)-\mu_1)}} + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(Ln(x)-\mu_2)}}$

TEORIA DE FUNCIONES DE DISTRIBUCION DE DOS POBLACIONES

Es frecuente que las series temporales en hidrología sean de dos poblaciones, esto debido a la existencia de fenómenos ciclónicos que alteren estadísticamente la serie temporal. Por lo que se forman dos muestras ordenadas de datos:

X_1
X_2
X_3
X_4 — Población Ciclónica

X_5
..
.. — Población No Ciclónica
..
..
X_n

De manera que estadísticamente tenemos:

$$F(x) = pF_1(x) + (1-p)F_2(x)$$

Donde:

p = *Cociente del número de datos de la población No Ciclónica y la muestra total.*

$F_1(x)$ = *Probabilidad de la función No Ciclónica*

$F_2(x)$ = *Probabilidad de la función Ciclónica*

ESTIMACION DE PARAMETROS

El programa AX+B es capaz de realizar el ajuste funciones de distribución de probabilidad a series de datos, esto mediante la aplicación de diversos procesos para estimar los parámetros de cada una:

- Distribución Gamma de tres parámetros
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Gumbel
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Momentos L
  - Ajuste por el Método de Máxima Entropía
  - Ajuste por el Método de Mínimos Cuadrados
- Distribución Frechet(Log-Gumbel)
  - Ajuste por el Método de Momentos
- Distribución Gumbel de dos poblaciones (Doble Gumbel)
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Momentos L
  - Ajuste por el Método de Máxima Entropía
  - Ajuste por el Método de Mínimos Cuadrados
- Distribución Log-Normal de dos poblaciones
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Stigth
- Distribución Frechet_Doble
  - Ajuste por el Método de Momentos

- Distribución Normal
  - Ajuste por Método de Momentos/Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Momentos L
- Distribución Log-Normal de dos parámetros
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Stigth
- Distribución Log-Normal de tres parámetros
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Exponencial de un parámetro
  - Ajuste por el Método de Momentos
- Distribución Exponencial de dos parámetro
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
- Distribución Gamma de dos parámetros
  - Ajuste por el Método de Momentos
  - Ajuste por el Método de Máxima Verosimilitud
  - Ajuste por el Método de Momentos L

METODO DE MOMENTOS

Este es un procedimiento muy sencillo para encontrar los estimadores de los parámetros poblacionales. Consiste básicamente en plantear un sistema de ecuaciones, cuyo tamaño depende del número de parámetros a estimar. Esto se hace al igualar los momentos poblacionales con los muéstrales.

Los momentos muéstrales son parámetros estadísticos comunes:

- Media: $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$
- Varianza Sesgada: $s^2_{sesg} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$
- Varianza no Sesgada: $s^2_{nosesg} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$
- Coeficiente de asimetría sesgado: $g_{sesg} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3}{(S^2_{sesg})^{3/2}}$
- Coeficiente de asimetría no sesgado: $g_{nosesg} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)} \cdot g_{sesg}$
- Coeficiente de Curtosis sesgado: $k_{sesg} = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4}{(S^2_{sesg})^2}$
- Coeficiente de Curtosis no sesgado $k_{sesg} = \frac{n^3}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot k_{sesg}$
- Desviación Estándar: $S = \sqrt{S^2}$
- Coeficiente de variación: $CV = \frac{S}{\bar{x}}$

METODO DE MAXIMA VEROSIMILITUD

Sea f(x,a1,a2,… .an) una función de densidad de probabilidad de x con parámetros a1i=1…m si existe una muestra aleatoria x1,x2 … xn de esta función de densidad, entonces, su función de densidad conjunta es f(x1,x2 … xn:a1,a2 .. .. an). Debido a que la muestra es aleatoria, la función de densidad conjunta se puede escribir como en la ecuación:

$$f(x_1, x_2 \ldots . x_n : a_1, a_2 \ldots \ldots a_n) = \prod_{i=1}^{n} f(x_1 : a_1, a_2 \ldots \ldots a_n)$$

La probabilidad de obtener la muestra aleatoria x1,x2 … xn a partir de la población de x es proporcional al producto de sus densidades de probabilidad individual. Esta función conjunta es llamada función de verosimilitud L.

$$L = \prod_{i=1}^{n} f(x_1 : a_1, a_2 \ldots \ldots a_n)$$

Donde los parametros $a_i, i = 1,2 \ldots \ldots \ldots n$

Debido a que con In (L) se alcanza también su máximo para valores específicos a1i=1..m como lo hace L, entonces la función de verosimilitud se puede expresar como:

$$\ln(L) = ln \prod_{i=1}^{n} f(x_1 : a_1, a_2 \ldots \ldots a_n)$$

METODO DE MOMENTOS L

Los momentos lineales surgen de combinaciones lineales de los momentos ponderados probabilísticamente y constituyen un sistema alternativo al método tradicional de los momentos convencionales para describir las funciones de distribución. Los momentos ponderados probabilísticamente, de la variable aleatoria X con una función de distribución F(X) quedan definidos por la siguiente expresión:

$$\lambda_1 = \beta_0$$
$$\lambda_2 = 2\beta_1 - 2\beta_0$$
$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0$$
$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0$$

$$\beta_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$
$$\beta_1 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-1} \frac{(N-i)}{(N-1)} x_i$$
$$\beta_2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-1} \frac{(N-i)(N-i-1)}{(N-1)(N-2)} x_i$$
$$\beta_3 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-3} \frac{(N-i)(N-i-1)(N-i-2)}{(N-1)(N-2)(N-3)} x_i$$

Donde:
β_n = Momentos de Probabilidad Ponderada de Orden n
N = Numero de datos de la muestra
x_i = Elemento i-enesimo de la serie

MAXIMA ENTROPIA

Tomando en consideración que la entropía puede ser vista como una medida de la incertidumbre para una función de densidad, se tiene que:

$$S = -\int f(y)\ln\big(f(y)\big)\,dy$$

En 1957 Jaynes propuso que el mejor ajuste es una distribución de probabilidad que minimice la información previa necesaria, que será aquella que maximice la entropía de Shannon. Entonces, la función de densidad de máxima entropía f(y) definida en el intervalo (a:b) es aquella que cumpla:

$$max = -\int_a^b f(y)\ln\big(f(y)\big)\,dy$$

$$\int_a^b f(y)dy = 1$$

$$\int_a^b y^i f(y)dy = m_i$$

Donde:

m_i Son los M primeros momentos con respecto al origen

$f(y)$ Función de ajuste

PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Para encontrar la función de distribución que cuenta con el mejor ajuste el software calcula las siguientes pruebas de bondad:

- Error cuadratico
- Kolmogorov-smirnov
- Chi cuadrado
- Anderson darling
- Nash-sutclffe

ERROR CUADRATICO

Esta técnica permite seleccionar el mejor ajuste de los distintos modelos, fue propuesto por Kite en 1988. Este estadístico se obtiene con la ecuación:

$$EEA = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{X}_T^j - X_T^j)^2}{n_j - m_p}\right]^{1/2}$$

Donde:

X_T^j Son los eventos Q_i^j ordenados de mayor a menor con un periodo de retorno asignado:

$T = \frac{n_j - 1}{m}$ y una probabilidad de excedencia $P = 1 - \frac{1}{T}$

n_j: Longitud del registro analizado

m: Numero de orden

$\hat{Q}_T^j$: Eventos estimados con alguna función de probabilidad para cada periodo de retorno

m_p: Numero de parámetros de la distribución ajustada

La distribución de mejor ajuste será aquella que proporcione el mínimo valor del estadístico, si una o más distribuciones tienen valores similares, entonces se deberá optar por aquella distribución que tenga el menor número de parámetros.

KOLMOGOROV-SMIRNOF

La prueba considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra P(x) de la función de probabilidades teórica mediante la ecuación:

$$Dn = \max(P(x) - Po(x))$$

CHI CUADRADO

Esta prueba mide las diferencias entre las frecuencias observadas (fo) y las frecuencias calculadas (fc) por medio de una distribución teórica, para ello emplea el estadístico X2.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_o - f_c)^2}{f_c}$$

Si el estadístico x2=0 significa que las distribuciones teórica y empírica ajustan exactamente.

ANDERSON DARLING

Es una prueba no paramétrica sobre si los datos de una muestra provienen de una distribución específica. La fórmula para el estadístico A determina si los datos vienen de una distribución con función acumulativa, de tal manera que:

$$A^2 = -N - S$$

$$S = \sum_{k=1}^{N} \frac{2k-1}{N} [\ln(F(x_i) + \ln(1 - F(x_{N+1-i}))$$

NAS – SUTOLFFE

A pesar de que en México este criterio es poco conocido, es uno de los más usados en hidrología fuera del país, se define como:

$$E = 1 - \frac{\sum_1^n (\ln(calculado) - \ln(observado))^2}{\sum_1^n (\ln(observado) - \overline{\ln(observado)})^2}$$

A continuación se describirá brevemente los pasos realizados para obtener resultados con el software AX+B:

- Se importaron los datos de la estación hidrométrica al programa mediante el listado obtenido anteriormente (tabla 2).

- Inmediatamente el programa muestra los cálculos según la configuración que se le dio; años de periodo de retorno, funciones a utilizar, pruebas de bondad de ajustes a usar y otros parámetros.

- El programa nos proporciona los resultados de cálculo en el orden de menor error y se extrapolan datos de cada método para obtener la tabla de periodos de retorno y gastos.

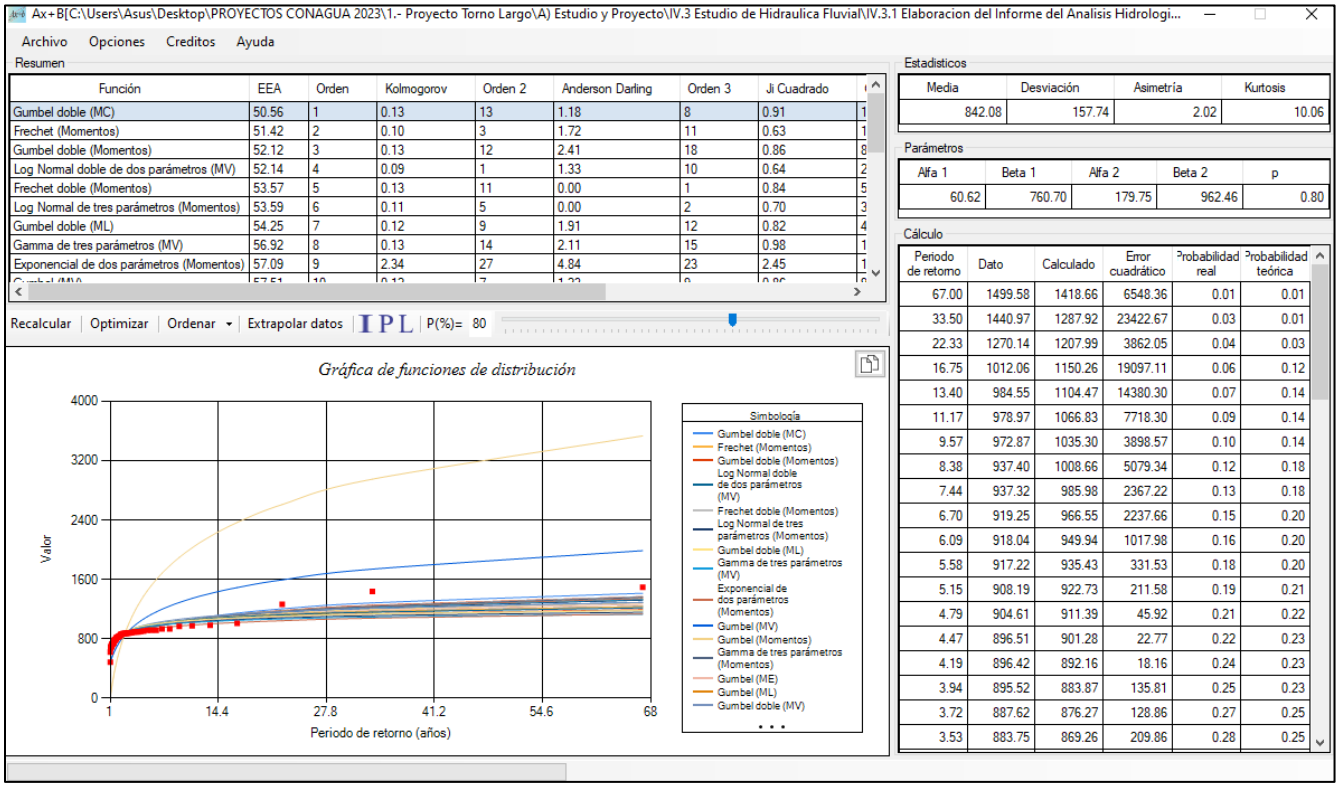


Figura 19. Pantalla de resultados obtenidos del programa AX+B.

A continuación se presenta el reporte general de las pruebas de bondad de cada una de las funciones que calcula el programa, y posteriormente el reporte particular de cálculo de la función con menores errores, su gráfica de ajuste y la tabla de resultados de gastos por periodos de retorno.

Reporte de resultados del programa Ax+B

Resumen de ajuste

Función	EEA	Orden	Kolmogorov	Orden 2	Anderson Darling	Orden 3	Ji Cuadrado	Orden 4	Nash-Sutcliffe	Orden 6
Gumbel doble (MC)	50.56	1	0.13	13	1.18	8	0.91	10	0.88	11
Frechet (Momentos)	51.42	2	0.1	3	1.72	11	0.63	1	0.9	2
Gumbel doble (Momentos)	52.12	3	0.13	12	2.41	18	0.86	8	0.89	8
Log Normal doble de dos parámetros (MV)	52.14	4	0.09	1	1.33	10	0.64	2	0.91	1
Frechet doble (Momentos)	53.57	5	0.13	11	0	1	0.84	5	0.88	10
Log Normal de tres parámetros (Momentos)	53.59	6	0.11	5	0	2	0.7	3	0.89	7
Gumbel doble (ML)	54.25	7	0.12	9	1.91	12	0.82	4	0.88	9
Gamma de tres parámetros (MV)	56.92	8	0.13	14	2.11	15	0.98	12	0.86	18
Exponencial de dos parámetros (Momentos)	57.09	9	2.34	27	4.84	23	2.45	17	0.85	21
Gumbel (MV)	57.51	10	0.12	7	1.23	9	0.86	9	0.89	6
Gumbel (Momentos)	57.52	11	0.11	6	0.28	6	0.86	7	0.89	4
Gamma de tres parámetros (Momentos)	57.73	12	0.16	22	24.91	27	1.22	14	0.84	22
Gumbel (ME)	57.89	13	0.1	4	0.04	5	0.86	6	0.89	3
Gumbel (ML)	59.72	14	0.09	2	0.46	7	0.94	11	0.89	5
Gumbel doble (MV)	64.6	15	0.15	21	2.22	16	1.2	13	0.86	17
Log Normal de dos parámetros (Stigth)	64.7	16	0.14	18	1.98	14	1.78	15	0.87	15
Log Normal de dos parámetros (Momentos)	64.7	17	0.14	17	1.92	13	1.78	16	0.87	16
Log Normal de dos parámetros (MV)	65.81	18	0.12	8	2.28	17	3.43	19	0.88	12
Gamma de dos parámetros (Momentos)	67.71	19	0.15	20	2.81	19	3.17	18	0.85	20
Gamma de dos parámetros (MV)	67.95	20	0.14	15	3.14	20	7.15	22	0.87	14
Gamma de dos parámetros (ML)	69.45	21	0.12	10	3.44	21	17.24	24	0.87	13
Normal (Momentos/MV)	73.67	22	0.16	23	4.82	22	28.16	25	0.82	23
Normal (ML)	73.88	23	0.14	16	4.98	24	573.01	26	0.85	19
Gumbel (MC)	76.87	24	0.14	19	0	3	4.65	20	0.81	24
Exponencial de dos parámetros por (MV)	188.58	25	0.39	24	6.79	26	5.94	21	-0.5	25
Exponencial de un parámetro (Momentos)	619.06	26	0.51	25	5.08	25	11.3	23	-46.56	26
Log Normal de tres parámetros (MV)	876.66	27	0.99	26	0	4	--	27		27

Figura 20. Reporte de resultados de las funciones de la estación hidrométrica Pueblo Nuevo.

Función: Gumbel doble (MC)

Tabla de parámetros

Alfa 1	Beta 1	Alfa 2	Beta 2	p
60.62	**760.70**	**179.75**	**962.46**	**0.80**

Periodo de retorno (años)	Dato	Calculado	Error cuadrático	Probabilidad real	Probabilidad teórica
67	1499.58	1418.66	6548.36	0.01	0.01
33.5	1440.97	1287.92	23422.67	0.03	0.01
22.33	1270.14	1207.99	3862.05	0.04	0.03
16.75	1012.06	1150.26	19097.11	0.06	0.12
13.4	984.55	1104.47	14380.3	0.07	0.14
11.17	978.97	1066.83	7718.3	0.09	0.14
9.57	972.87	1035.3	3898.57	0.1	0.14
8.38	937.4	1008.66	5079.34	0.12	0.18
7.44	937.32	985.98	2367.22	0.13	0.18
6.7	919.25	966.55	2237.66	0.15	0.2
6.09	918.04	949.94	1017.98	0.16	0.2
5.58	917.22	935.43	331.53	0.18	0.2
5.15	908.19	922.73	211.58	0.19	0.21
4.79	904.61	911.39	45.92	0.21	0.22
4.47	896.51	901.28	22.77	0.22	0.23
4.19	896.42	892.16	18.16	0.24	0.23
3.94	895.52	883.87	135.81	0.25	0.23
3.72	887.62	876.27	128.86	0.27	0.25
3.53	883.75	869.26	209.86	0.28	0.25
3.35	881.64	862.76	356.55	0.3	0.26
3.19	881.19	856.68	600.48	0.31	0.26
3.05	878.49	850.99	756.44	0.33	0.26
2.91	878.32	845.62	1069.84	0.34	0.26
2.79	877.44	840.53	1362.4	0.36	0.27
2.68	873.29	835.71	1412.3	0.37	0.27
2.58	873.11	831.1	1764.91	0.39	0.28
2.48	870.55	826.7	1923.42	0.4	0.28
2.39	863.28	822.47	1665.22	0.42	0.3
2.31	860.93	818.43	1806.75	0.43	0.3
2.23	848.58	814.5	1161.15	0.45	0.33

2.16	838.25	810.71	758.77	0.46	0.37
2.09	835.25	807.03	796.42	0.48	0.37
2.03	833.11	803.45	879.62	0.49	0.38
1.97	832.66	799.96	1068.75	0.51	0.38
1.91	825.16	796.56	818.11	0.52	0.41
1.86	824.75	793.23	992.95	0.54	0.41
1.81	822.07	789.97	1029.92	0.55	0.42
1.76	807.01	786.77	409.53	0.57	0.48
1.72	800.5	783.62	284.86	0.58	0.51
1.68	792.43	780.51	141.94	0.6	0.54
1.63	789.9	777.45	155.14	0.61	0.55
1.6	787.88	774.41	181.28	0.63	0.56
1.56	785.75	771.38	206.33	0.64	0.57
1.52	784.32	768.4	253.69	0.66	0.58
1.49	774.7	765.42	86.05	0.67	0.63
1.46	774.25	762.46	139.05	0.69	0.63
1.43	749.12	759.49	107.44	0.7	0.75
1.4	746.62	756.52	97.92	0.72	0.77
1.37	742.88	753.53	113.59	0.73	0.78
1.34	742	750.53	72.69	0.75	0.79
1.31	740.52	747.49	48.6	0.76	0.79
1.29	734.11	744.42	106.3	0.78	0.82
1.26	734	741.29	53.1	0.79	0.82
1.24	722.29	738.09	249.49	0.81	0.87
1.22	722.14	734.81	160.69	0.82	0.87
1.2	720.58	731.44	117.96	0.84	0.88
1.18	712.23	727.96	247.24	0.85	0.91
1.16	707.88	724.32	270.43	0.87	0.92
1.14	703	720.46	304.99	0.88	0.94
1.12	692.5	716.38	570.36	0.9	0.96
1.1	686.66	711.98	641	0.91	0.97
1.08	686.48	707.15	427.15	0.93	0.97
1.06	685.94	701.7	248.33	0.94	0.97
1.05	680.83	695.3	209.2	0.96	0.98
1.03	623.01	687.29	4132.09	0.97	1
1.02	488.45	675.4	34951.36	0.99	1

Figura 21. Resultados de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

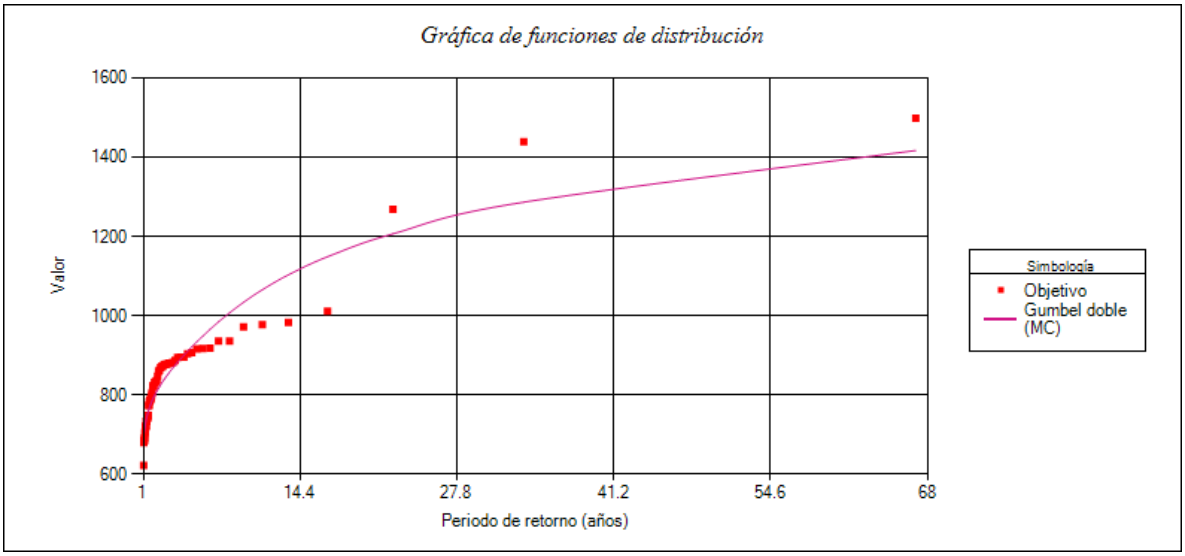


Figura 22. Resultados de la gráfica de función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

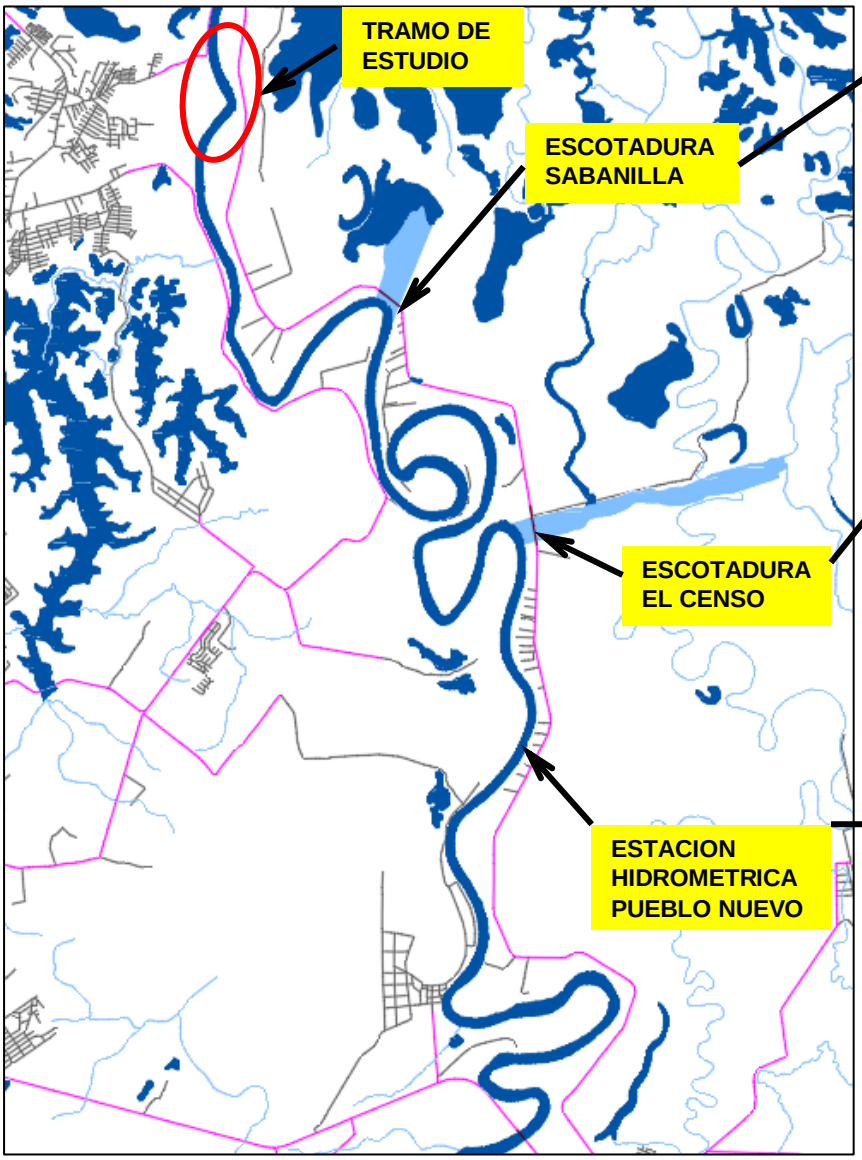
De la función de Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) se extrae la información de gastos y periodos de retorno de ese resultado.

Tabla 5. Resultados del ajuste de datos de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

9. Escurrimientos desviados por las escotaduras El Censo y Sabanilla.

De acuerdo a la información proporcionada de los gastos que salen por los desvíos El Censo y Sabanilla se tiene el siguiente esquema:



Tr	Gasto (m3/s)
2	**68.77**
5	**107.91**
10	**141.72**
25	**190.24**
50	**225.52**
100	**259.49**
500	**335.67**
1000	**367.86**

Tr	Gasto (m3/s)
2	**410.29**
5	**481.67**
10	**551.01**
25	**655.30**
50	**732.16**
100	**806.72**
500	**975.70**
1000	**1047.75**

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

10. Análisis de escurrimientos por cuenca propia.

10.1. Determinación de cuenca propia para el tramo de estudio.

Posteriormente al análisis de gastos en la estación hidrométrica Pueblo Nuevo, se procede a determinar los escurrimientos por lluvia del tramo que va desde la estación analizada hasta el inicio del tramo de proyecto donde comenzara el modelo hidráulico.

Esto con la finalidad de complementar los gastos en la cuenca total, en la cual se tendrá que realizar un balance entre lo que pasa por el punto de la estación Pueblo Nuevo, lo que se le va sumando de escurrimientos de lluvia por cuenca propia hasta llegar a las escotaduras El Censo y Sabanilla, restándole lo que se va por estos desvíos, y finalmente del gasto que continua posterior al último desvió se le suma los escurrimientos pluviales restantes de cuenca propia hasta el punto de inicio del tramo.

10.2. Estaciones climatológicas que influyen en la cuenca en estudio.

Como primer paso obtendremos un plano en formato CAD de los escurrimientos en la zona que va desde la estación Pueblo Nuevo hasta el tramo de estudio (plano anexo 2 "Plano de Escurrimientos Cuenca Propia", las curvas de nivel fueron procesadas con las cartas LIDAR de la INEGI y procedemos a la delimitación de la cuenca propia. Al tener la delimitación ubicamos las estaciones climatológicas que se localizaron a la periferia, y con esto proceder a realizar uniones de dichas estaciones y obtener así los polígonos de Thiesen, con el cual verificaremos las áreas de influencia de cada una sobre la cuenca en estudio (figura 23).

Se identificaron 4 estaciones cercanas pero solo 1 tiene influencia sobre la cuenca propia restante en el tramo de estudio (tabla 6 y 7), se realiza un listado de las precipitaciones máximas presentadas en cada año de cada una de ellas, estos datos son tomados de la página oficial de CONAGUA.

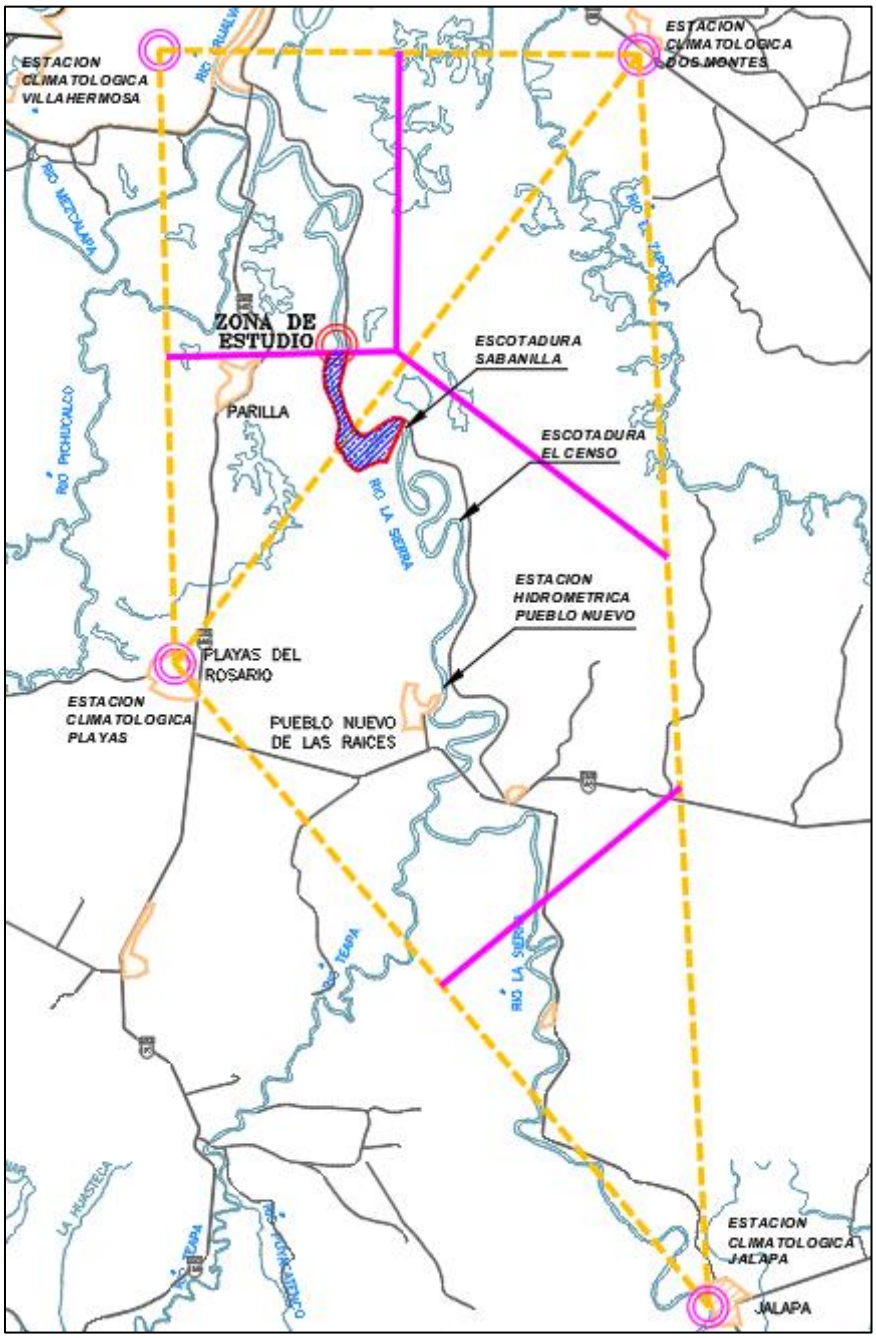


Figura 23. Polígonos de Thiesen para obtener las áreas de influencia de las estaciones climatológicas.

Tabla 6. Datos de las estaciones climatológicas

Área total de la cuenca (km2)		Nombre de la estación	Número de la estación	Área de influencia de la estación (km2)	Coordenadas UTM en X	Coordenadas UTM en Y	Registro de lluvias máximas en 24 horas	Periodo de años
2.07	1	Playas del Rosario	27092	2.07	507,394.50	1´974,037.60	1983-2019	36 años

Al final del informe se anexara la información de datos de lluvias de las estaciones climatológicas extraídas de la página oficial de Conagua, mismas que se vaciaran en una tabla que servirá para fines del estudio, se ubicara como el **anexo 3 "información de estaciones climatológicas".**

Tabla 7. Datos de la estación climatológica Playas del Rosario.

AÑO	mm	AÑO	mm	AÑO	mm	AÑO	mm
1981		1991	100.90	2001	192.00	2011	190.00
1982		1992	162.00	2002	198.00	2012	110.00
1983	57.00	1993	68.00	2003	204.00	2013	144.00
1984		1994	65.00	2004	104.00	2014	111.00
1985		1995	130.00	2005	170.00	2015	162.00
1986		1996	123.00	2006	195.00	2016	45.00
1987	38.20	1997	130.00	2007	235.00	2017	85.00
1988	80.20	1998	143.00	2008	219.00	2018	65.00
1989	52.40	1999	36.00	2009	172.00	2019	45.00
1990	74.30	2000	145.00	2010	148.00	2020	

10.3. Análisis de homogeneidad para estaciones climatológicas.

Para evaluar la homogeneidad se emplea la prueba de Buishand (Buishand, 1982), que, por su origen bayesiano, puede ser empleada en variables con cualquier tipo de distribución y propone identificar un cambio en la media de la serie de datos.

El estadístico se define como:

$$S_0^* = 0 \; y \; S_d{}^* = \sum_{i=1}^{a} (y_i - \bar{y})$$

Para todo d =1, 2, …n.

La prueba se define como:

$$Q = \max_{0 \le d \le n} |S_d{}^* / S|$$

Otro estadístico de prueba que puede emplearse es el rango que calcula la diferencia entre el valor mínimo y máximo de las sumas parciales ajustadas.

La fórmula es $\mathrm{Q} = \max_{0 \le \mathrm{d} \le \mathrm{n}} |\mathrm{S_d}^* / \mathrm{S}|$; es importante agregar que Buishand propone valores críticos de $\mathrm{Q}/\sqrt{\mathrm{n}}$ y $\mathrm{R}/\sqrt{\mathrm{n}}$ para las pruebas de homogeneidad.

El juego de Hipótesis planteadas en las tres pruebas son las siguientes:

Ho: Los datos son homogéneos. vs Ha: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos.

El nivel de significancia planteado es $\alpha = 0.05$, en decir, la probabilidad de rechazar la Ho cuando esta es verdadera (error de tipo I) es del 5% (Ramírez G. & López T., 1993).

Se realizó el análisis de homogeneidad de la Estación Climatológica Playas del Rosario (27092) para determinar la calidad de los datos de la misma obteniéndose los siguientes resultados, tabla 8 y 9.

Tabla 8. Test de homogeneidad de Buishand.

n	*yi*	*B*
		(yi-prom Yi)
1	57.00	-85.30
2	38.20	-43.30
3	80.20	-71.10
4	52.40	-49.20
5	74.30	-22.60
6	100.90	38.50
7	162.00	-55.50
8	68.00	-58.50
9	65.00	6.50
10	130.00	-0.50
11	123.00	6.50
12	130.00	19.50
13	143.00	-87.50
14	36.00	21.50
15	145.00	68.50
16	192.00	74.50
17	198.00	80.50
18	204.00	-19.50
19	104.00	46.50
20	170.00	71.50
21	195.00	111.50
22	235.00	95.50
23	219.00	48.50

n	*yi*	*B*
		(yi-prom Yi)
24	172.00	24.50
25	148.00	66.50
26	190.00	-13.50
27	110.00	20.50
28	144.00	-12.50
29	111.00	38.50
30	162.00	-78.50
31	45.00	-38.50
32	85.00	-58.50
33	65.00	-78.50
34	45.00	-85.30

Tabla 9. Resultados del test de homogeneidad de Buishand.

Cálculo de variables probabilísticas		
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	123.50	mm
∑yi-prom Yi	0.00	
Resultado	Homogénea	

La estación climatológica es homogénea para ser utilizada para el análisis de precipitación de la cuenca.

10.4. Curvas de intensidad – duración – periodo de retorno.

Las curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno (IDT) son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad de lluvia en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno.

Para obtener las curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno (IDT) existen dos métodos: el de intensidad-período de retorno y el método de correlación lineal múltiple. Ambos métodos requieren información de pluviógrafo; sin embargo la red pluviográfica es escasa y hay regiones del país en donde prácticamente no existe y el estado de Tabasco no es la excepción. Una ecuación IDT integra las relaciones intensidad de lluvia-duración e intensidad de lluvia-período de retorno.

10.5. Formula de Cheng Lung Chen.

Para obtener las curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno (IDT) a partir de datos pluviométricos se utilizará la fórmula de Cheng-Lung Chen, la cual es útil para estimaciones dentro del intervalo de 5 minutos a 24 horas y períodos de retorno mayores de 1 año. Chen propone una fórmula general para representar la relación Intensidad-Duración-Período de Retorno. Este método tiene gran potencial para la aplicación en el análisis de cuencas por ellos es ampliamente utilizado, siendo necesario para la utilización de este método, las lluvias de 10 años de período de retorno y 1 hora de duración, lluvias de 24 horas con 10 años de período de retorno y lluvias de 1 hora con 100 años de período de retorno, ajusta una transformación logarítmica de la ecuación $\mathrm{I} = \frac{\mathrm{a_3}}{(\mathrm{d}+\mathrm{b_3})^{\mathrm{c_3}}}$ a datos de lluvia para duraciones entre 5 min. y 24 h. y presenta una relación gráfica entre los parámetros de la ecuación y la relación de la altura de lluvia de 1 hora a la altura de lluvia de 24 h.

Chen propone la ecuación 1 para obtener relaciones IDT.

$$I_d^{\ T} = \frac{a_1 I_1^{\ 10} \log\left[10^{2-x} Tr^{\,x-1}\right]}{\left(d + b_1\right)^{c1}} \qquad (1)$$

Dónde:

I_d^T=la intensidad de lluvia para T años y d min, en mm/h.

I_1^{10} =Intensidad de lluvia asociada a 10 años de período de retorno y una duración de una hora.

X = Es la relación de las precipitaciones, $\frac{R_1^{100}}{R_1^{10}}$

R_1^{100} y R_1^{10} = Corresponden a precipitaciones asociadas a una duración de *1* hora y un período de retorno de 100 y 10 años.

a_1, b_1, y c_1 = Son los parámetros que dependen del lugar y de la relación $\frac{R_1^{10}}{R_{24}^{10}}$

La ecuación es válida para$T \geq 1 año$y para$5min \leq d \leq 24\ h$.

10.6. Metodología de cálculo de las curvas IDT para la cuenca.

- Se determina el valor de R_{24}^{10} para dicha estación pluviométrica, por medio de un ajuste de distribución de probabilidad a las series de lluvias máximas anuales de 24h (series pluviométricas).
- Se Determina mediante un mapa de isoyetas el valor de lluvia de 1 hora de duración y 10 años de período de retorno R_1^{10} para la estación pluviométrica.
- Se determina mediante un mapa de isoyetas el valor de lluvia de 1 hora de duración y 100 años de período de retorno R_1^{100} para la estación pluviométrica.
- Con los resultados de los pasos anteriores se determinan los valores de $K = \frac{R_1^{10}}{R_{24}^{10}}$ y $X = \frac{R_1^{100}}{R_1^{10}}$ para dicha estación pluviométrica.
- Con el valor de K y apoyándose en el diagrama de Chen se obtienen los parámetros a1, b1 y c1 para la estación pluviométrica de la zona de estudio.
- Se calculan los valores de I_d^T para distintas duraciones y diferentes períodos de retorno en la estación pluviométrica aplicando la fórmula de Chen.

- Finalmente se grafican las duraciones (d) en las abscisas e intensidades (I_d^T) en las ordenadas y cada curva representada corresponde a una frecuencia (o período de retorno), de tal forma que las gráficas de las curvas IDT representan la intensidad media en intervalos de diferente duración, correspondiendo todos los de una misma curva, a un idéntico período de retorno.

10.6.1. Análisis de frecuencia de las muestras pluviométricas.

Para asociar la información de las intensidades máximas anuales a periodos de retorno se realizó los ajustes mediante las funciones de distribución de probabilidad. Para definir cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos de la estación climatológica que tiene influencia sobre la cuenca propia, se calcula el error cuadrático de cada una.

Para realizar esto de una manera confiable y con mayor precisión, se usó el software de función de distribución llamado **AX+B**

A continuación se describirá brevemente los pasos realizados para obtener resultados con el software AX+B:

- Se importó los datos de la estación climatológica al programa mediante un listado obtenido anteriormente.

- Inmediatamente el programa muestra los cálculos según la configuración que se le dio; años de periodo de retorno, funciones a utilizar, pruebas de bondad de ajustes a usar y otros parámetros.

- De los resultados de los diversos métodos se selecciona el de menor error y se extrapolan datos para obtener la tabla de periodos de retorno y precipitación.

RESULTADOS OBTENIDOS USANDO EL PROGRAMA AX+B DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA NO. 27092:

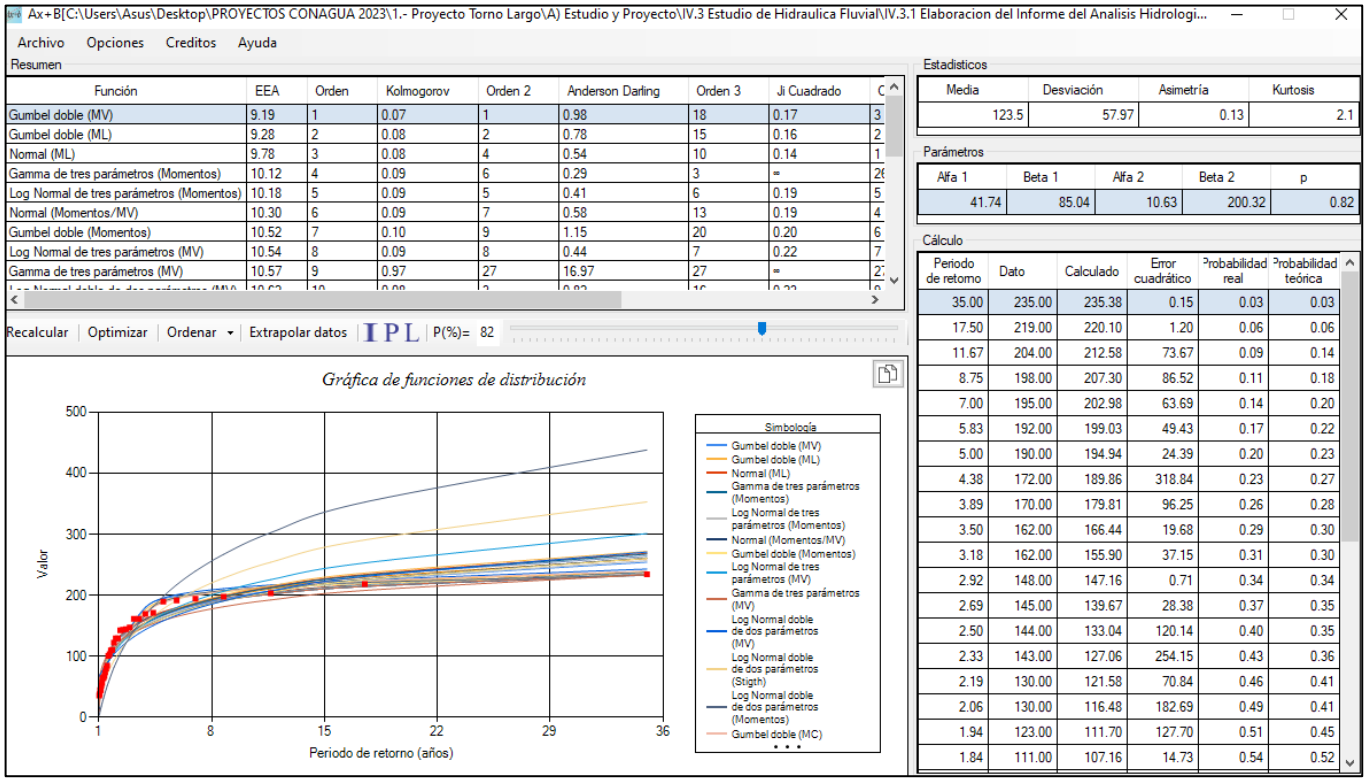


Figura 24. Resultados de la distribución de la estación 27092.

El resultado arroja que la función de probabilidad que mejor se ajusta es la de Gumbel Doble (Máxima Verosimilitud).

A continuación se observara el reporte que el programa AX+B nos proporciona relacionado al cálculo de los errores cuadráticos que siguen del orden de menor a mayor (figura 25).

Posteriormente ya del mejor ajuste obtenido se obtiene igual la tabla de cálculos de los periodos de retorno y sus probabilidades obtenidos mediante los parámetros estadísticos que el programa calcula.

Función	EEA	Orden	Kolmogorov	Orden 2	Anderson Darling	Orden 3	Ji Cuadrado	Orden 4	Nash-Sutcliffe	Orden 6
Gumbel doble (MV)	9.19	1	0.07	1	0.98	18	0.17	3	0.97	1
Gumbel doble (ML)	9.28	2	0.08	2	0.78	15	0.16	2	0.97	2
Normal (ML)	9.78	3	0.08	4	0.54	10	0.14	1	0.78	26
Gamma de tres parámetros (Momentos)	10.12	4	0.09	6	0.29	3	∞	26	0.91	17
Log Normal de tres parámetros (Momentos)	10.18	5	0.09	5	0.41	6	0.19	5	0.9	19
Normal (Momentos/MV)	10.3	6	0.09	7	0.58	13	0.19	4	0.86	23
Gumbel doble (Momentos)	10.52	7	0.1	9	1.15	20	0.2	6	0.95	9
Log Normal de tres parámetros (MV)	10.54	8	0.09	8	0.44	7	0.22	7	0.91	16
Gamma de tres parámetros (MV)	10.57	9	0.97	27	16.97	27	∞	27	0.91	15
Log Normal doble de dos parámetros (MV)	10.62	10	0.08	3	0.82	16	0.23	9	0.97	3
Log Normal doble de dos parámetros (Stigth)	11.54	11	0.1	11	1.46	22	0.24	10	0.93	13
Log Normal doble de dos parámetros (Momentos)	11.58	12	0.1	10	1.36	21	0.25	11	0.93	12
Gumbel doble (MC)	12.21	13	0.13	20	2.54	23	0.23	8	0.91	18
Gamma de dos parámetros (MV)	12.25	14	0.11	14	0.39	5	0.32	14	0.96	8
Gamma de dos parámetros (ML)	12.26	15	0.11	12	0.56	11	0.3	12	0.96	4
Gamma de dos parámetros (Momentos)	12.55	16	0.11	15	0.14	2	0.37	17	0.94	11
Gumbel (MV)	13.03	17	0.11	13	0.45	9	0.3	13	0.96	5
Gumbel (ME)	13.11	18	0.11	16	0.62	14	0.34	15	0.96	6
Gumbel (ML)	13.13	19	0.11	17	0.57	12	0.35	16	0.96	7
Gumbel (Momentos)	14.01	20	0.12	18	0.05	1	0.48	19	0.93	14
Log Normal de dos parámetros (Stigth)	16.12	21	0.14	21	0.45	8	0.62	20	0.9	21
Log Normal de dos parámetros (Momentos)	16.21	22	0.14	22	0.34	4	0.64	21	0.9	20
Log Normal de dos parámetros (MV)	18.61	23	0.12	19	0.92	17	0.42	18	0.95	10
Gumbel (MC)	19.64	24	0.19	24	3.41	25	0.99	23	0.8	24
Exponencial de dos parámetros (Momentos)	21.61	25	0.63	26	1.03	19	3.35	25	0.8	25
Exponencial de dos parámetros por (MV)	32.04	26	0.16	23	3.3	24	0.75	22	0.88	22
Exponencial de un parámetro (Momentos)	56.42	27	0.22	25	3.84	26	1.49	24	-0.84	27

Figura 25. Reporte de resultados de la estación climatológica 27077.

Se obtiene entonces los resultados de lluvias máximas de 24 horas por periodos de retorno (tabla 10).

Tabla 10. Resultados del análisis de frecuencia de la estación climatológica.

	27092
Tr (años)	(mm)
2	114.06
5	194.94
10	**209.77**
25	227.44
50	245.43
100	270.00
500	336.21
1000	365.23

Función: Gumbel doble (MV)					
Tabla de parámetros					
Alfa 1	Beta 1	Alfa 2	Beta 2	p	
41.74389638	85.0398	10.63421	200.3233983	0.823529412	
Periodo de retorno (años)	Dato	Calculado	Error cuadrático	Probabilidad real	Probabilidad teórica
35	235	235.38	0.15	0.03	0.03
17.5	219	220.1	1.2	0.06	0.06
11.67	204	212.58	73.67	0.09	0.14
8.75	198	207.3	86.52	0.11	0.18
7	195	202.98	63.69	0.14	0.2
5.83	192	199.03	49.43	0.17	0.22
5	190	194.94	24.39	0.2	0.23
4.38	172	189.86	318.84	0.23	0.27
3.89	170	179.81	96.25	0.26	0.28
3.5	162	166.44	19.68	0.29	0.3
3.18	162	155.9	37.15	0.31	0.3
2.92	148	147.16	0.71	0.34	0.34
2.69	145	139.67	28.38	0.37	0.35
2.5	144	133.04	120.14	0.4	0.35
2.33	143	127.06	254.15	0.43	0.36
2.19	130	121.58	70.84	0.46	0.41
2.06	130	116.48	182.69	0.49	0.41
1.94	123	111.7	127.7	0.51	0.45
1.84	111	107.16	14.73	0.54	0.52
1.75	110	102.82	51.59	0.57	0.52
1.67	104	98.63	28.89	0.6	0.56
1.59	100.9	94.55	40.36	0.63	0.58
1.52	85	90.55	30.78	0.66	0.7
1.46	80.2	86.6	40.92	0.69	0.73
1.4	74.3	82.66	69.87	0.71	0.77
1.35	68	78.7	114.48	0.74	0.82
1.3	65	74.68	93.64	0.77	0.84
1.25	65	70.54	30.69	0.8	0.84
1.21	57	66.22	84.99	0.83	0.88
1.17	52.4	61.64	85.31	0.86	0.91
1.13	45	56.63	135.21	0.89	0.94
1.09	45	50.95	35.39	0.91	0.94
1.06	38.2	44.09	34.74	0.94	0.96
1.03	36	34.44	2.44	0.97	0.97

Figura 26. Resultados de la función con menos error cuadrático de la estación climatológica 27092.

10.6.2. Determinación de $\mathbf{R_1^{10}}$

Posteriormente, apoyándonos en el mapa de isoyetas de la figura 27, se estimó el valor de R_1^{10} en la estación climatológica que incluyen en la cuenca. Dando como resultado **92 mm.**

10.6.3. Determinación de $\mathbf{R_1^{100}}$

Posteriormente, apoyándonos en el mapa de isoyetas de la figura 28, se estimó el valor de R_1^{100} en la estación climatológica que incluyen en la cuenca. Dando como resultado **131 mm.**

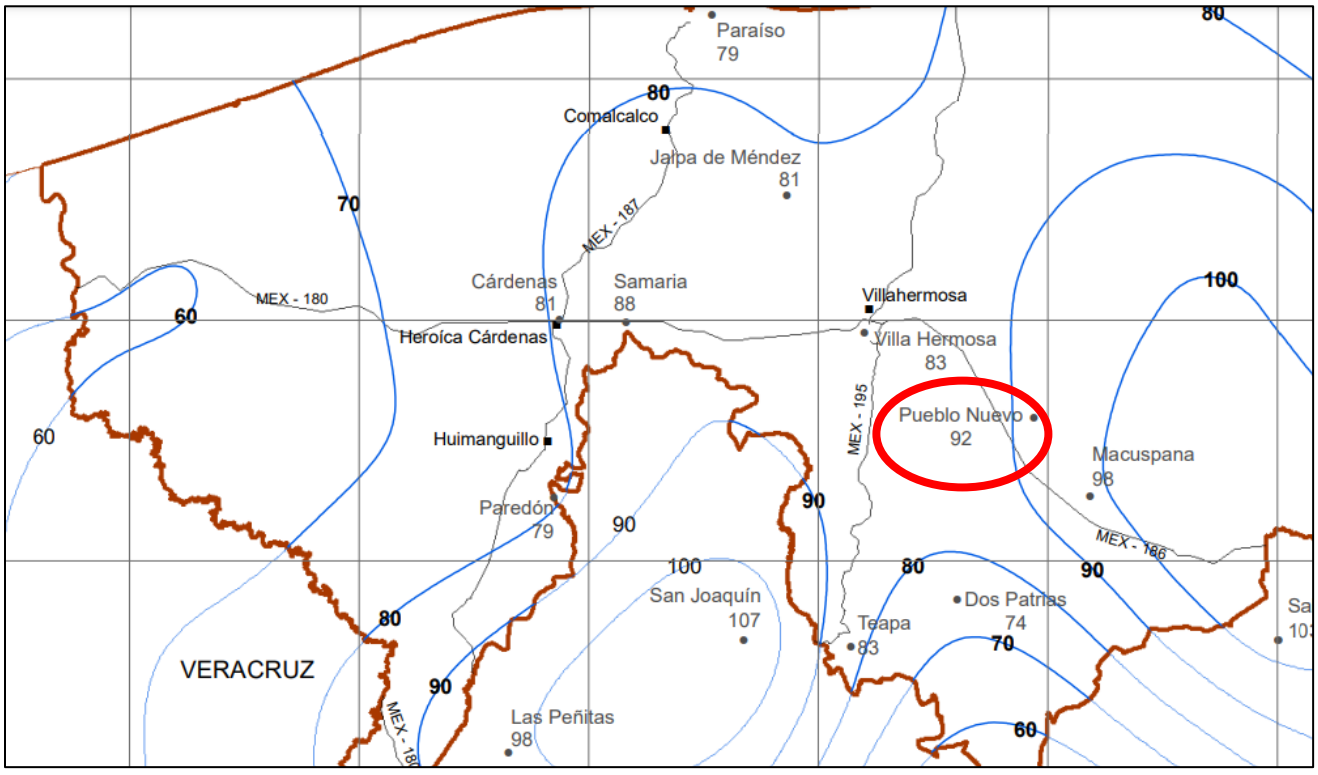


Figura 27. Mapa de isoyetas del periodo de retorno de 10 años y una hora de duración.

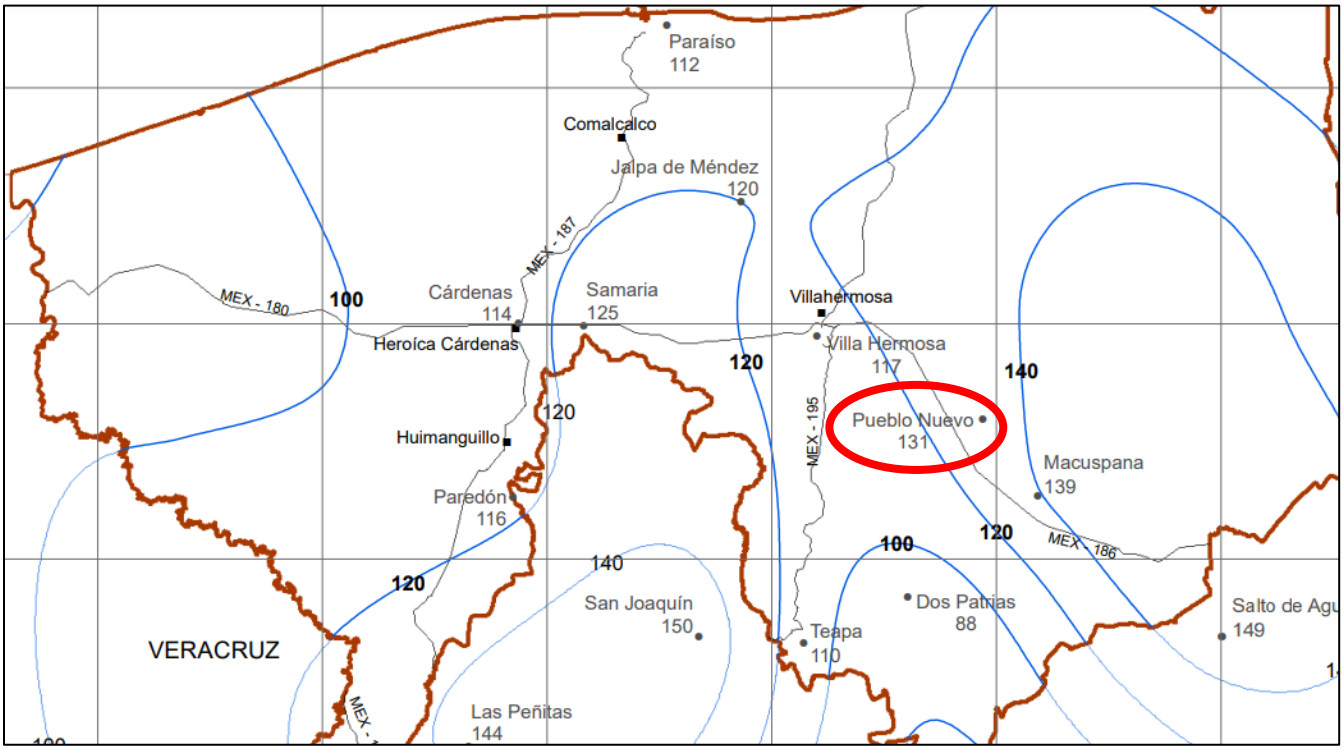


Figura 28. Mapa de isoyetas del periodo de retorno de 100 años y una hora de duración.

10.6.4. Calculo de K y X.

Con toda esa información se calculan los valores de $K=R_1^{10}/R_{24}^{10}$ y $X=R_1^{100}/R_1^{10}$ para la estación pluviométrica.

Tabla 11. Resultados de valores K y X de las estaciones climatológicas.

R_{24}^{10}	R_1^{10}	R_1^{100}	K	X
209.77	92.00	131.00	0.44	1.42

10.6.5. Calculo de los parámetros de tormenta.

Con el valor obtenido de K y apoyándose en el diagrama de Chen (ver figura 29), se determinan los parámetros a, b y c para la estación pluviométrica, como se muestra a continuación.

Tabla 12. Resultados de los parámetros de tormenta de la estación climatológica.

a	b	c
26.2	8.6	0.78

10.6.6. Calculo de los valores de I_d^T para distintas duraciones y diferentes períodos de retorno.

Posteriormente se calculan los valores de $\mathbf{I_d^T}$ para distintas duraciones y distintos períodos de retorno para la estación climatológica aplicando la fórmula de Chen (ecuación 1)

$$I_d{}^T = \frac{a_1 I_1{}^{10} \log\left[10^{2-x} Tr^{x-1}\right]}{\left(d + b_1\right)^{c1}} \qquad (1)$$

Sustituyendo los valores de la tabla 13 en la ecuación 1, se calculan las intensidades del periodo de retorno y duraciones correspondientes para la estación climatológica.

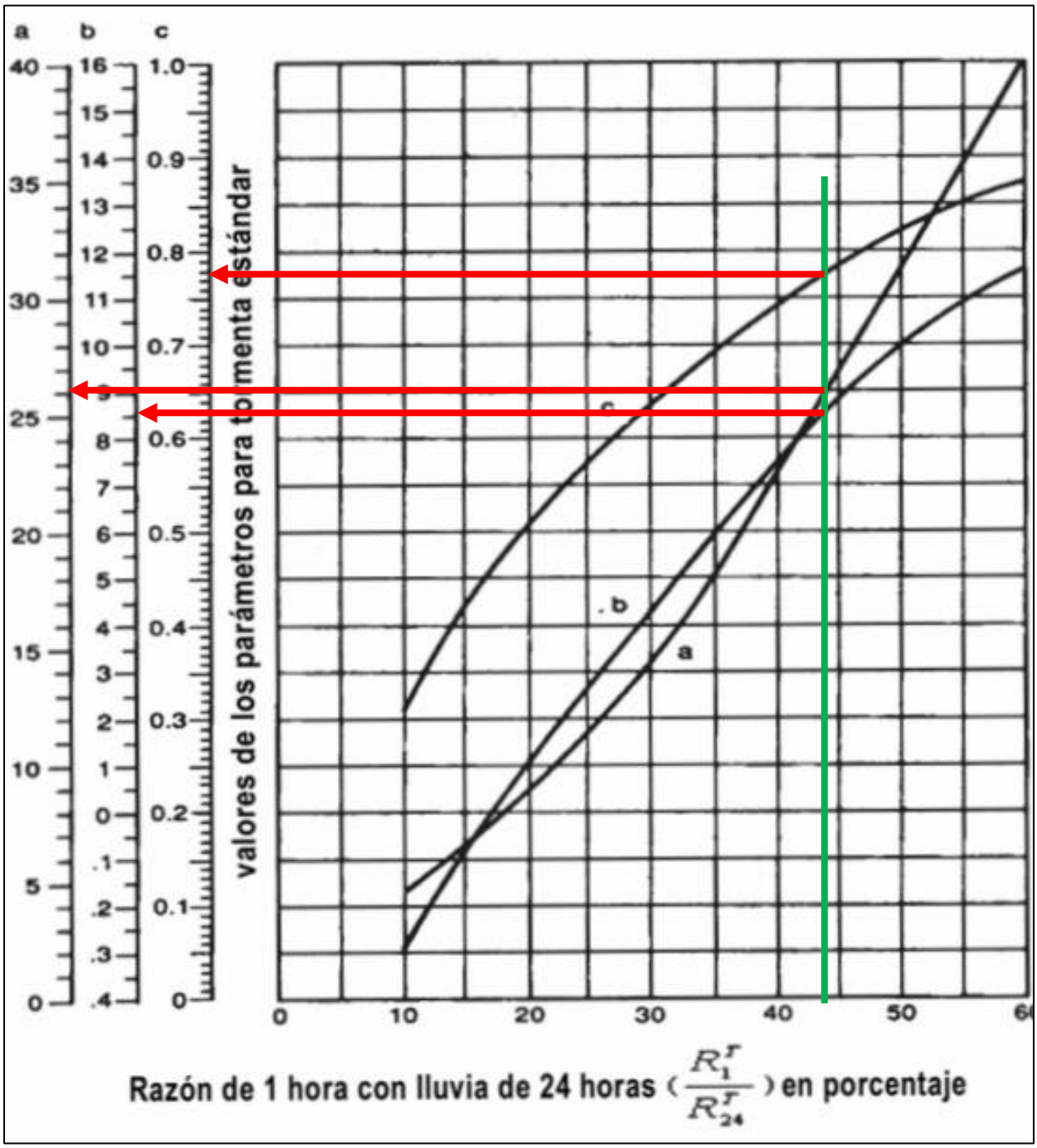


Figura 29. Resultados de los parámetros.

El resultado se tomara como las curvas I-D-T de diseño, mismas que servirán para continuar con el cálculo de escurrimiento de la cuenca.

Tabla 13. Resultados de las intensidades de diseño para la cuenca en estudio.

Tr	DURACION EN HORAS											
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**
2	38.54	23.05	16.95	13.61	11.47	9.96	8.85	7.98	7.28	6.71	6.24	5.83
5	47.66	28.50	20.96	16.83	14.18	12.32	10.94	9.87	9.01	8.30	7.71	7.21
10	54.56	32.63	24.00	19.26	16.23	14.10	12.52	11.30	10.31	9.50	8.83	8.25
25	63.68	38.08	28.01	22.48	18.94	16.46	14.62	13.18	12.04	11.09	10.30	9.63
50	70.58	42.21	31.04	24.92	20.99	18.24	16.20	14.61	13.34	12.29	11.42	10.67
100	77.48	46.33	34.08	27.35	23.05	20.03	17.78	16.04	14.64	13.50	12.54	11.72
500	93.49	55.91	41.12	33.01	27.81	24.17	21.46	19.36	17.67	16.29	15.13	14.14
1000	100.39	60.04	44.16	35.44	29.86	25.95	23.04	20.78	18.97	17.49	16.24	15.18

10.6.7. Graficas de las curvas I_d^T de las estaciones pluviométricas.

Finalmente se grafican las duraciones (d) en las abscisas e intensidades (I_d^T) en las ordenadas y la curva representada corresponde a un período de retorno, de tal forma que las gráficas de las curvas IDT representan la intensidad media en intervalos de diferente duración, correspondiendo todos los de una misma curva, a un idéntico período de retorno.

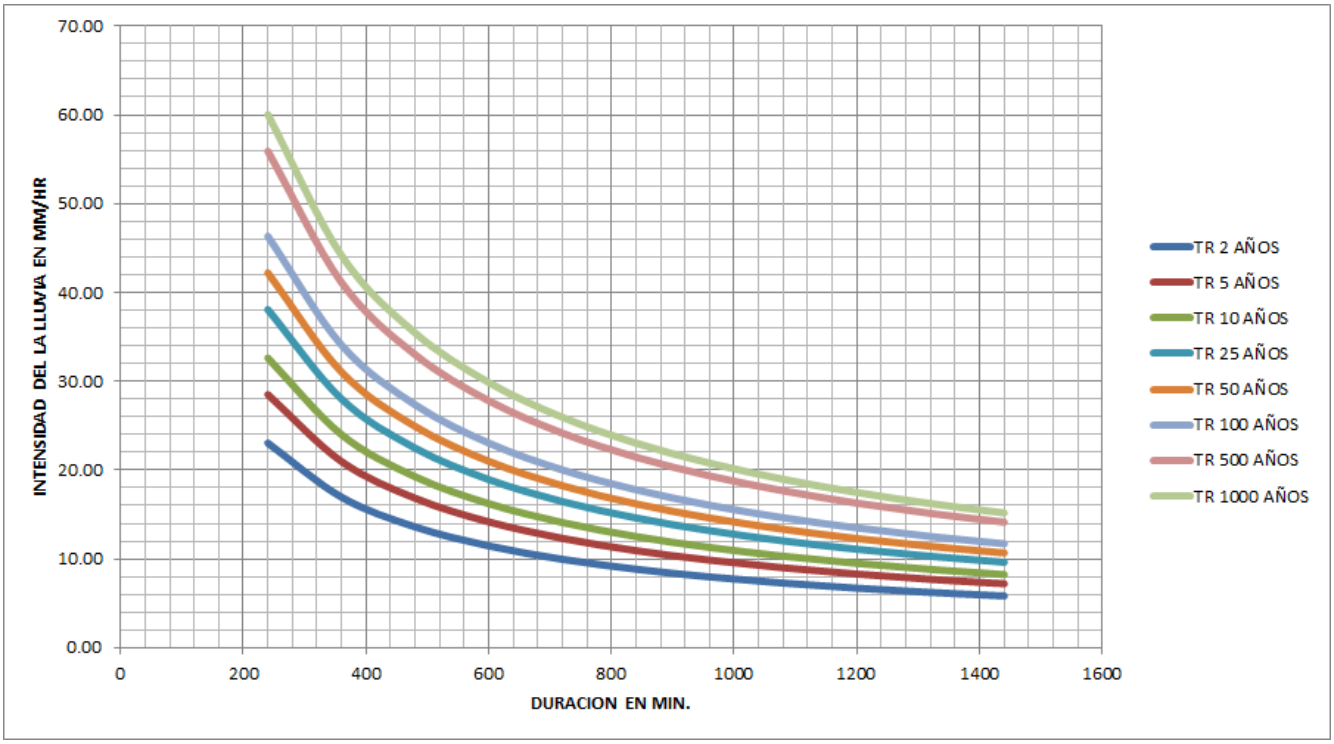


Figura 30. Curva I-D-T de la estación de diseño.

10.7. Tiempo de concentración de la cuenca.

La condición para obtener el gasto máximo es que la duración de la lluvia sea igual ó mayor que el tiempo de concentración de la cuenca (Tc). Si se logra determinar este último, se puede también definir la magnitud de intensidad de lluvia y su distribución en el tiempo y espacio para Tc, que es uno de los elementos de la expresión del coeficiente de escurrimiento. Para ello se deberá elegir de acuerdo a la cuenca que se trate el que mejor defina las condiciones reales de la zona de estudio.

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda la cuenca en aportar todo su gasto para concentrarlo en el punto de salida. Se supone que el máximo escurrimiento se presenta en el tiempo de concentración Tc cuando toda la cuenca está contribuyendo al flujo en su salida.

Para calcular el tiempo de concentración se utilizaran las siguientes 3 ecuaciones:

Fórmula de Kirpich. $$Tc = 0.06628\left(\frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}\right)$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en superficie, expresado en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros.

i; es la pendiente, en m/m.

Fórmula de California $$Tc = \left(\frac{0.871L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros

H; es el desnivel máximo de la cuenca, en m.

Fórmula de Giandotti. $$Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Dónde:

Tc; es el tiempo de concentración en superficie, expresado en horas.

L; es la longitud del cauce, en kilómetros.

S; es la superficie de la cuenca en Km2.

H; es el desnivel máximo de la cuenca, en m.

DATOS DE LA CUENCA:

Área total de la cuenca: **0.382 km2**

Longitud principal de escurrimiento: **0.577 Km**

Se tomara como pendiente media el valor de **0.00173 m/m**, siendo esta la que predomina en toda la longitud del rio en el tramo de la cuenca propia.

Desnivel del cauce principal desde el inicio al punto de salida H: **1.00 m.**

Sustituyendo en las formulas.

Fórmula de Kirpich. $$Tc = 0.06628\left(\frac{0.577^{0.77}}{0.00173^{0.385}}\right) = 0.29hrs$$

Fórmula de California $$Tc = \left(\frac{0.871(0.577)^3}{1.00}\right)^{0.385} = 0.50hrs$$

Fórmula de Giandotti. $$Tc = \frac{4\sqrt{0.382} + 1.5(0.577)}{0.8\sqrt{1.00}} = 2.26hrs$$

De los resultados obtenidos de las diferentes fórmulas, se tomara como el tiempo de concentración para la cuenca en estudio el más crítico siendo el de **0.29 horas** de duración o lo equivalente a **17.40 minutos** por lo que se tomara de la curva de intensidad duración periodo de retorno el correspondiente a ese dato.

Tabla 14. Resultados de las intensidades de diseño para la duración según el tiempo de concentración.

Periodo de retorno Tr (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr) duración 17.40 min
2	134.12
5	165.85
10	189.85
25	221.58
50	245.58
100	269.59
500	325.32
1000	349.32

10.8. Método de Chow.

Este método proporciona el gasto pico de un hidrógrama sintético con las características generales de la cuenca. El gasto de pico Qp de un hidrograma de escurrimiento directo puede expresarse como el producto de la altura de precipitación efectiva Pe por el gasto de pico de un hidrograma unitario qp;

$$Qp = qp * Pe$$

El gasto de pico del hidograma unitario, qp, se expresa como una fracción del gasto de equilibrio para una lluvia de intensidad i = 1 mm/de.

$$q_p = \frac{1mm}{d_e} A_C Z$$

Donde Z es la fracción mencionada, que se denomina factor de reducción de pico. Si Ac se expresa en km2 y de en hrs entonces;

$$q_p = \frac{0.278Ac}{d_e} Z$$

Donde qp está en m3/seg/mm, al sustituir para el gasto Q quedaría;

$$Q_P = \frac{0.278P_e Ac}{d_e} Z$$

Siendo:

Qp Gasto máximo extraordinario (m3/s).

Pe Precipitación efectiva (mm)

Ac Área de la cuenca (km2).

de Duración en exceso (hrs)

Z Factor de reducción de pico.

El proceso para calcular los gastos de la cuenca es el siguiente:

Primero convertiremos las intensidades de lluvia a precipitaciones totales:

Tabla 15. Conversión de intensidad de lluvia a precipitaciones totales.

Periodo de retorno Tr (años)	Intensidad de lluvia (mm/hr) duración 17.40 min	Precipitación total (mm) duración 0.29 hras
2	134.12	**38.89**
5	165.85	**48.10**
10	189.85	**55.06**
25	221.58	**64.26**
50	245.58	**71.22**
100	269.59	**78.18**
500	325.32	**94.34**
1000	349.32	**101.30**

Se definirá la textura del suelo y el uso de la tierra y cobertura en las siguientes tablas:

Tabla 16. Tipo de suelo para N, numero de escurrimientos.

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de Infiltración > 76 mm/h	Arenosa Arenosa-limosa
B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy Lenta	Capacidad de infiltración<13 mm/h	Arcillosa

La textura del suelo se clasifica de acuerdo a la edafología de la zona de la cuenca, el cual nos da un estimado de la cobertura que cubre cada tipo de suelo. De la imagen extraída de la página oficial de INEGI se realiza un estimado del área basándose en un aproximado según lo que observemos.



Figura 31. Mapa edafológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

Como se puede observar en el mapa de edafología, la mayor parte de la cuenca tiene el tipo de suelo Gleysol, en la que se estima que tiene un 95% de este tipo de suelo.

Éste tipo de suelo arcilloso del tipo de minerales de montmorilonitas y además contiene algo de limo de otros tipos de suelos entonces se tomara de la tabla la textura correspondiente a la franco arcillo – limosa y arcillo - arenosa. Así mismo, considerar que la cuenca tendrá una capacidad de infiltración de 36-13 mm/hr.

El tipo de suelo según la tabla es: **suelo C** con infiltración Lenta.

Enseguida se realiza un estimado muy bueno del uso de suelo y cobertura vegetal según el mapa siguiente:



Figura 32. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio (Fuente Inegi).

Tabla 17. Valor de CN del tipo de suelo de la cuenca.

Tipo de vegetación	Condición Hidrológica	Tipo de suelo			
		A	B	C	D
Pastizales y agriculturas	Pobres	47	67	81	88
	Regulares	25	59	75	83
	Buenas	6	35	**70**	79
Bosques y selvas	I Muy pobre	56	75	86	91
	II Pobre	46	68	78	84
	III Regular	36	60	**70**	76
	IV Buena	26	52	63	69
	V Muy buena	15	44	54	61

Tabla 18. Tipo de suelo para N, numero de escurrimientos.

Elemento	Área(km2)	%	T. de Suelo	N_iA_i	A_i	N
Pastizales y agriculturas	0.229	70	70	16.03	0.382	41.96
Bosques y selvas	0.153	30	70	10.71	0.382	28.04

Por lo tanto ubicando en la tabla el número de escurrimiento será: **70.00**

Calcularemos la precipitación efectiva para cada intensidad de los diferentes periodos de retorno, y esta se calcula con la siguiente formula:

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08\right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Calculando las precipitaciones efectivas de cada periodo de retorno resultan:

Tabla 19. Conversión de precipitación total a precipitación efectiva.

Periodo de retorno Tr (años)	Precipitación total (mm) duración 17.42 min	Precipitación efectiva (mm) duración 17.42 min
2	38.89	**2.33**
5	48.10	**5.13**
10	55.06	**7.80**
25	64.26	**11.93**
50	71.22	**15.45**
100	78.18	**19.25**
500	94.34	**29.03**
1000	101.30	**33.57**

La duración en exceso se calcula mediante la fórmula: $d_e = 2\sqrt{tc}$

Por lo que resulta: $d_e = 2\sqrt{0.29} = 0.53hrs$

Después se calcula el tiempo de retraso de la cuenca con la fórmula:

$$Tr = 0.005\left[\frac{L}{\sqrt{S}}\right]^{0.64} \qquad Tr = 0.005\left[\frac{577}{\sqrt{0.173}}\right]^{0.64} = 0.51hrs$$

De la división de la duración en exceso y el tiempo de retraso de la cuenca, sale un numero adimensional para usarlo en la gráfica para la obtención del factor de reducción de pico Z.

de/tr = 0.53/0.51 = **1.04**

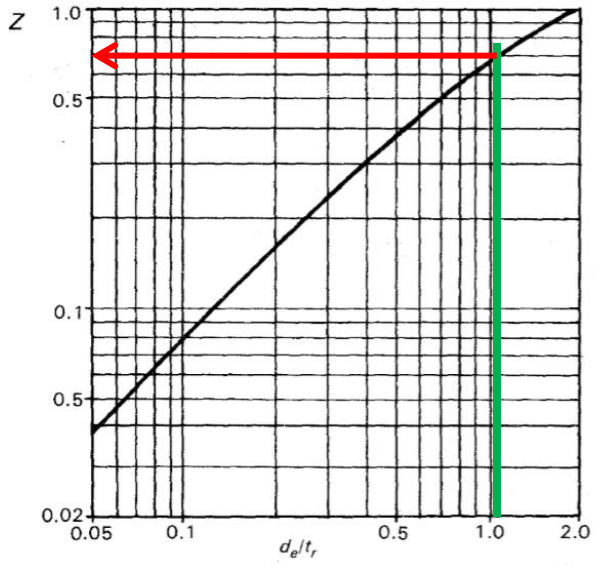


Figura 33. Grafica para sacar el factor de reducción de pico.

Según la gráfica el valor obtenido es **0.70**

Con todos los datos obtenidos se calcularon los gastos de operación para los diferentes periodos de retorno por el método de Chow para la cuenca en estudio.

Tabla 20. Resultados del cálculo del gasto por el método de Chow para la cuenca.

PERIODO DE RETORNO	FACTOR DE CONVERSION	PRECIPITACION EFECTIVA SEGÚN TC (MM)	AREA DE CUENCA (KM2)	DURACION EN EXCESO (HRS)	FACTOR DE REDUCCION DE PICO "Z"	GASTO Q (M3/SEG)
2	0.278	2.33	0.382	0.53	0.70	0.33
5	0.278	5.13	0.382	0.53	0.70	0.72
10	0.278	7.80	0.382	0.53	0.70	1.09
25	0.278	11.93	0.382	0.53	0.70	1.67
50	0.278	15.45	0.382	0.53	0.70	2.17
100	0.278	19.25	0.382	0.53	0.70	2.70
500	0.278	29.03	0.382	0.53	0.70	4.07
1000	0.278	33.57	0.382	0.53	0.70	4.71

10.9. Método triangular unitario.

Este método desarrolla un hidrograma sintético triangular, donde de la geometría del hidrograma se escribe el gasto pico de la siguiente manera:

$$q_p = \frac{0.555Ac}{t_b}$$

Siendo:

qp Gasto de pico (m3/s/mm).

tb tiempo base (hrs)

Ac Área de la cuenca (km2).

El tiempo base se calcula de la siguiente manera: $t_b = 2.67t_p$

Siendo tp el tiempo de pico calculado como: $t_p = \frac{d_e}{2} + t_r$

Siendo:

de Duración en exceso (hrs) $d_e = 2\sqrt{tc}$

Tr Tiempo de retraso de la cuenca (hrs) $Tr = 0.005\left[\frac{L}{\sqrt{S}}\right]^{0.64}$

Simplificando la formula tenemos: $q_p = \frac{0.208Ac}{t_p}$

Donde tp quedaría: $t_p = \sqrt{tc} + tr$

Calculando los datos de la cuenca:

$$t_p = \sqrt{0.29} + 0.51 = 1.05 hrs$$

$$q_p = \frac{0.208(0.382)}{1.05} = 0.075 m3/s/mm$$

Una vez que se ha calculado el gasto pico se puede calcular el gasto máximo multiplicando con las precipitaciones efectivas calculadas con anterioridad.

Tabla 21. Resultados del cálculo del gasto por el método de triangular unitario para la cuenca.

PERIODO DE RETORNO	GASTO PICO qp (m3/s/mm)	PRECIPITACION EFECTIVA SEGÚN TC (MM)	GASTO Q (M3/SEG)
2	0.075	2.33	0.17
5	0.075	5.13	0.38
10	0.075	7.80	0.59
25	0.075	11.93	0.89
50	0.075	15.45	1.16
100	0.075	19.25	1.44
500	0.075	29.03	2.18
1000	0.075	33.57	2.52

10.10. Método Racional.

Este método toma como base las características físicas de la cuenca y del cauce así como las condiciones de precipitación, para encontrar el gasto necesario utilizamos la ecuación siguiente:

$$Q_{MAX} = C * Id * Ac * 0.278$$

Siendo:

QMAX Gasto máximo extraordinario (m3/s).

C Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

Ac Área de la cuenca (km2).

Id Intensidad de lluvia para una duración igual o mayor a Tc (mm/hr).

0.278 Factor de conversión de unidades.

Este método considera el escurrimiento como una fracción de la precipitación pluvial, sin descontar las pérdidas (infiltración) y combina todos los factores complejos que afectan el escurrimiento en un solo coeficiente.

Coeficiente de escurrimiento; es una relación entre la cantidad de agua de escurrimiento y la cantidad de agua precipitada por una superficie caracterizada.

Los coeficientes de escurrimientos serán elegidos de acuerdo al promedio del tipo de cobertura (pastizales y bosques) y de acuerdo a las superficies se manejaran menores al 2%.

TIPO DEL ÁREA DRENADA	*COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO MÍNIMO*	*MÁXIMO*
ZONAS COMERCIALES:		
Zona comercial	0.70	0.95
Vecindarios	0.50	0.70
ZONAS RESIDENCIALES:		
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares, espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares, compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
ZONAS INDUSTRIALES:		
Espaciado	0.50	0.80
Compacto	0.60	0.90
CEMENTERIOS, PARQUES	0.10	0.25
CAMPOS DE JUEGO	0.20	0.35
PATIOS DE FERROCARRIL	0.20	0.40
ZONAS SUBURBANAS	0.10	0.30
CALLES:		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.70	0.95
Adoquinadas	0.70	0.85
ESTACIONAMIENTOS	0.75	0.85
TECHADOS	0.75	0.95
PRADERAS:		
Suelos arenosos planos (pendientes 0.02 o menos)	0.05	0.10
Suelos arenosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.10	0.15
Suelos arenosos escarpados (0.07 o más)	0.15	0.20
Suelos arcillosos planos (0.02 o menos)	0.13	0.17
Suelos arcillosos con pendientes medias (0.02-0.07)	0.18	0.22
Suelos arcillosos escarpados (0.07 o más)	0.25	0.35

Figura 34. Coeficientes de escurrimientos.

A continuación se presenta la tabla de cálculo de gastos de los diferentes periodos de retorno con el método racional para la cuenca:

Tabla 22. Resultados del cálculo del gasto del método racional para la cuenca.

PERIODO DE RETORNO	AREA DE CUENCA (KM2)	INTENSIDAD DE LLUVIA SEGÚN TC (MM/HR)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	FACTOR DE CONVERSION	GASTO Q (M3/SEG)
2	0.382	134.12	0.05	0.278	0.71
5	0.382	165.85	0.05	0.278	0.88
10	0.382	189.85	0.05	0.278	1.01
25	0.382	221.58	0.05	0.278	1.18
50	0.382	245.58	0.05	0.278	1.30
100	0.382	269.59	0.05	0.278	1.43
500	0.382	325.32	0.05	0.278	1.73
1000	0.382	349.32	0.05	0.278	1.85

10.11. Comparación de los métodos usados.

Tabla 23. Tabla de comparativo de gastos de los diversos métodos.

PERIODO DE RETORNO	METODO DE CHOW (m3/s)	METODO DE HIDROGRAMA TRIANGULAR UNITARIO (m3/s)	METODO RACIONAL (m3/s)
2	0.33	0.17	0.71
5	0.72	0.38	0.88
10	1.09	0.59	1.01
25	1.67	0.89	1.18
50	2.17	1.16	1.30
100	2.70	1.44	1.43
500	4.07	2.18	1.73
1000	4.71	2.52	1.85

El **método de Chow** considera el efecto de la infiltración cuando el escurrimiento superficial está actuando sobre la cuenca. Los gastos que resultaron son mejor distribuidos en sus diferentes Tr y los más críticos.

El **método triangular unitario** dio resultados más bajos que los resultados del método de Chow, la forma de analizar el punto de gasto máximo actuante es más simplificada.

El **método racional** estima gastos directamente con la intensidad de lluvia y área de cuenca simplemente afectada por un coeficiente menor de la unidad cuyo valor depende de la característica de superficie, pendiente y periodo de retorno.

Los resultados a elegir serán los del **método de Chow** porque son los valores mejor distribuidos y más críticos en el periodo de retorno de 50 y 100 que son los que se pretende revisar a detalle por las avenidas intensas que se han presentado en la zona, además de que la manera de analizar las infiltraciones resulta ser más completa.

10.12. Gastos de toda la cuenca propia.

Posterior a calcular el escurrimiento de un área tributaria de toda la cuenca propia general que se tiene en el tramo, se procede a obtener entonces el escurrimiento por unidad de área en este caso por km2, para simplemente multiplicarla por el área total de la cuenca propia y obtener así los volúmenes de lluvia generadas en la zona para cada periodo de retorno.

A continuación se presenta la tabla ya con los resultados obtenidos.

Tabla 24. Tabla de escurrimientos totales por periodos de retorno para la cuenca propia.

PERIODO DE RETORNO	ESCURRIMIENTO DE TRIBUTARIO (m3/s)	AREA DEL TRIBTARIO	ESCURRIMIENTO POR KM2 (m3/s)	AREA DE LA CUENCA PROPIA KM2	ESCURRIMIENTO TOTAL (m3/s)
2	0.33	0.382	0.86	2.07	1.77
5	0.72	0.382	1.88	2.07	3.90
10	1.09	0.382	2.86	2.07	5.93
25	1.67	0.382	4.38	2.07	9.07
50	2.17	0.382	5.67	2.07	11.74
100	2.70	0.382	7.07	2.07	14.63
500	4.07	0.382	10.66	2.07	22.06
1000	4.71	0.382	12.33	2.07	25.51

11. Balance hidrológico para determinación de gastos en el tramo de estudio.

Cuando ya se tienen entonces los gastos de la estación hidrométrica Pueblo Nuevo, y los calculados por precipitación para la cuenca propia; estos se suman para determinar los gastos operativos en el tramo, más sin embargo, por las escotaduras se desvían volúmenes de agua importantes hacia los vasos reguladores o aliviadores, y entonces estos gastos se le tienen que restar para obtener así, los gastos finales en el tramo por periodo de retorno como lo calcula la siguiente tabla:

Tabla 25. Resultados finales del balance hídrico en el tramo de estudio.

Tr	Hidrométrica Pueblo Nuevo	Precipitaciones cuenca propia	Sumatoria de Gastos	Gastos desviados por escotaduras	Gastos finales en el tramo
Años	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)
2	801.70	1.77	803.47	479.06	**324.41**
5	918.00	3.90	921.90	589.58	**332.32**
10	1044.18	5.93	1050.11	692.73	**357.38**
25	1230.75	9.07	1239.82	845.54	**394.28**
50	1364.43	11.74	1376.17	957.68	**418.49**
100	1493.60	14.63	1508.23	1066.21	**442.02**
500	1786.26	22.06	1808.32	1311.37	**496.95**
1000	1911.60	25.51	1937.11	1415.61	**521.50**

12. Conclusiones y Recomendaciones.

Conforme a los resultados del estudio hidrológico del rio La Sierra para determinar los gastos de operación en sus diferentes periodos de retorno las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El estudio se basó en información de INEGI en cuestiones cartográficas y de elevaciones, e información de CONAGUA para los datos de las estaciones hidrométricas, por lo que al obtenerse de instancias y dependencias oficiales, se otorga una confiabilidad plena en el procesamiento y obtención de parámetros para el estudio.

- Se realizó la delimitación de la cuenca como punto de descarga el tramo de estudio, esto se obtuvo siguiendo el parte aguas manualmente de las curvas procesadas de cartas de la INEGI.

- A partir de la delimitación de la cuenca de estudio, se obtuvieron informaciones de características morfo métricas relativos a parámetros de la forma de la cuenca, relieve de la cuenca, del perfil del cauce principal y del sistema de drenado de la cuenca, mismos datos que nos servirán para darse una idea de cómo podría comportarse una avenida en este tipo de cuencas.

- Se ubicaron solo una estación hidrométrica cercana al punto de estudio, la estación Pueblo Nuevo con el número 30016, se extrajo el archivo de la página oficial de CONAGUA y con los datos obtenidos se obtuvieron los gastos máximos anuales del año 1948 al 2014.

- Para asociar la información de los gastos máximos anuales a periodos de retorno se realizó los ajustes mediante las funciones de distribución de probabilidad. Para definir cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos de la estación hidrométrica sobre el rio La Sierra, y se calcula el error cuadrático de cada una para seleccionar el correspondiente menor.

- Se calcularon los gastos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, en apego a los términos de referencia de este contrato.

- El mejor ajuste de distribución se dio con la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) con la siguiente gráfica y periodos de retorno.

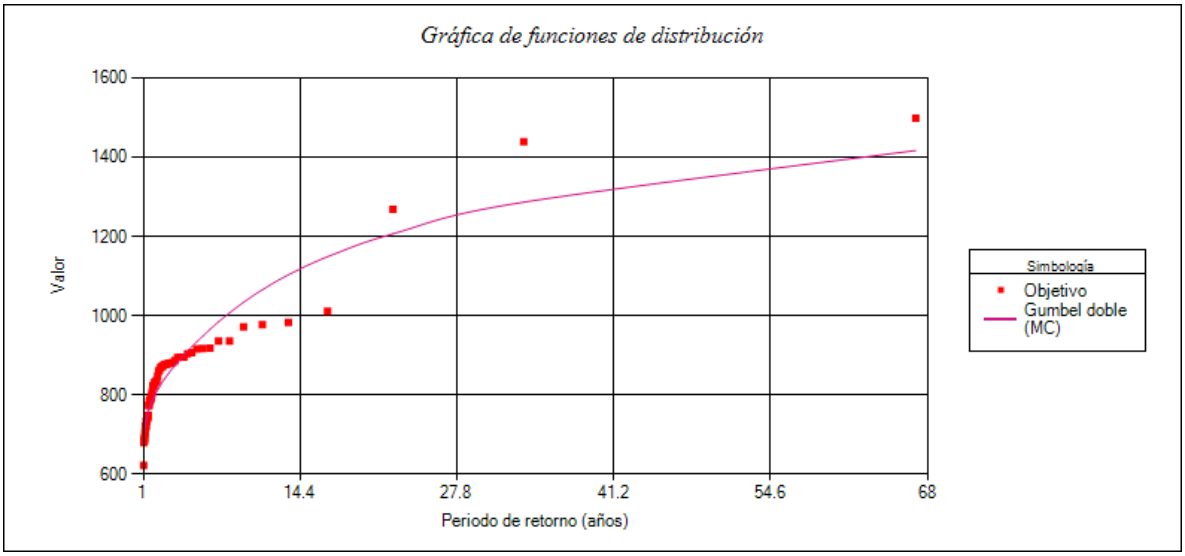


Figura 35. Resultados de la gráfica de función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Del ajuste realizado con la función de Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) se extrae la información de gastos y periodos de retorno de ese resultado.

Tabla 26. Resultados del ajuste de datos de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

- Para el análisis de escurrimientos por cuenca propia, se determina primero el análisis de precipitaciones por la metodología numérica de Cheng Lun Chen, debido a que solo existen en la zona estaciones climatológicas basadas en pluviómetros (mediciones de lluvia cada 24 hrs). Del cálculo se obtienen las curvas IDT (intensidad – duración – periodo de retorno) con las que posteriormente se obtuvieron los valores de acuerdo a las características de la cuenca propia y su longitud de recorrido del cauce principal.

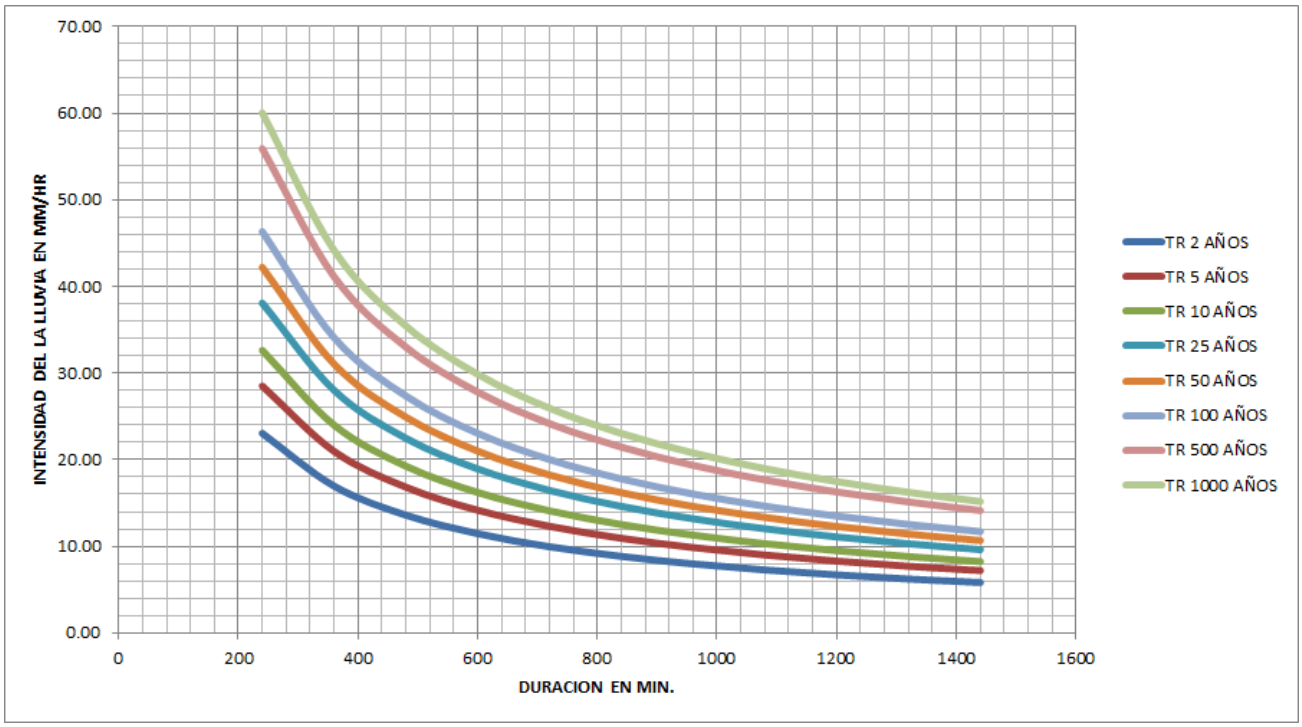


Figura 36. Curva I-D-T de la estación de diseño.

- Posterior a obtener las curvas IDT, se calcula el tiempo de concentración de la cuenca, mismo que servirá para calcular por medio de 3 métodos los escurrimientos de acuerdo a diferentes periodos de retorno. Estos métodos son; Chow, Triangular unitario y Racional, del cual del primero se obtuvieron los valores mejor distribuidos y más críticos en el periodo de retorno de 50 y 100, por lo que se utilizaran estos para el complemento de los gastos del rio La Sierra.

- Esto con la finalidad de complementar los gastos en la cuenca total, en la cual se tendrá que realizar un balance entre lo que pasa por el punto de la estación Pueblo Nuevo, lo que se le va sumando de escurrimientos de lluvia por cuenca propia hasta llegar a las escotaduras El Censo y Sabanilla, restándole lo que se va por estos desvíos, y finalmente del gasto que continua posterior al último desvió se le suma los escurrimientos pluviales restantes de cuenca propia hasta el punto de inicio del tramo.

- Los resultados finales para el tramo de estudio entonces son los siguientes:

Tabla 27. Gastos de diseño para los diferentes periodos de retorno.

Tr	Gastos de diseño
Años	Gasto (m3/s)
2	**324.41**
5	**332.32**
10	**357.38**
25	**394.28**
50	**418.49**
100	**442.02**
500	**496.95**
1000	**521.50**

13. Referencias Bibliográficas.

- Fundamentos de hidrología de superficie.
  Francisco Javier Aparicio Mijares.
  Editorial Limusa.

- Hidrología aplicada.
  Ven Te Chow.
  McGraw-Hill.

- Guía de prácticas hidrológicas.
  Organización meteorológica mundial.

- Hidrología para ingenieros.
  Linsley, Kolher y Paulhus.
  Editorial McGraw Hill.

- Capítulo 3 Estudio hidrológico para obras de protección.
  Manual de ingeniería de ríos.
  UNAM.

- Tesis: Hidrología aplicada a la ingeniería de ríos.
  Instituto politécnico nacional.

- Informe de las inundaciones de 2007 en el estado de Tabasco.
  Comisión de asuntos hidráulicos.

14. Anexos.

PLANO GENERAL DE CUENCA HIDROGRAFICA Y PLANO DE ESCURRIMIENTOS POR CUENCA PROPIA

"ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"



IV.3. ESTUDIO DE HIDRAULICA FLUVIAL.

IV.3.5 DETERMINACION DE LA SOCAVACION GENERAL EN EL CAUCE DEL RIO Y CÁLCULO DE LA SOCAVACION LOCAL AL PIE DE LAS OBRAS PROPUESTAS O EXISTENTES.

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2023

CONTRATO: 2023-B05-B57-CD-27-RF-I3-A-OR-0043

CONTRATISTA: SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

SIICSA

[redacted]

Contenido

1. Introducción. 4
2. Antecedentes. 5
3. Localización. 8
3.1. Localización general y extensión territorial. 8
3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio. 9
4. Geografía de la zona de estudio. 10
4.1. Precipitaciones. 10
4.2. Clima. 10
4.3. Hidrografía e hidrología. 10
4.4. Relieve. 11
4.5. Edafología y geología. 11
4.6. Uso del suelo y vegetación. 11
5. Objetivos. 16
6. Recopilación de información para el estudio. 17
6.1. Diámetros característicos de las partículas del fondo del cauce. 17
6.2. Resultado del modelo hidráulico. 24
7. Socavación general en el tramo de estudio. 27
7.1. Introducción al análisis de socavación general en el fondo del cauce. 27
7.2. Metodología y fórmulas para el cálculo. 28
7.3. Resultados de la socavación general en suelos no cohesivos. 33
7.4. Resultados de la socavación general en suelos cohesivos. 36
8. Socavación local al pie de las obras propuestas. 43
8.1. Introducción a la socavación local de las obras propuestas. 43
8.2. Metodología y fórmulas de cálculo. 44
9. Conclusiones y recomendaciones. 48
10. Referencias bibliográficas. 49

AUTOR

[redacted]

INGENIERO HIDRAULICO Y PROYECTISTA

SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

REVISION Y APROBACIÓN

[redacted]

RESIDENTE DE SERVICIOS

COMISION NACIONAL DEL AGUA

1. Introducción.

El presente documento está consignado a realizar el **Informe de Socavación General y Local de obras propuestas** en el rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo del municipio de Centro, Tabasco.

Con la finalidad de saber en qué condiciones físicas actuales se encuentra el rio La Sierra en el punto de estudio, fue necesario realizar algunas visitas al lugar, para hacer las observaciones pertinentes y tomar algunas fotografías y datos relevantes, así como las coordenadas del sitio, para posteriormente en gabinete detectar la ubicación de manera satelital o a través de planos cartográficos.

Así mismo se llevó a cabo la recopilación de información de los estudios de mecánica de suelos realizados en el cauce del rio La Sierra en la zona de estudio. Dicha información fue recabada en archivos digitales para analizar los resultados de las pruebas de laboratorio, mismas que se usara para fines de la determinación de socavación general y local.

En este documento se enfocara a realizar el cálculo de la socavación general en todo el tramo de estudio, que comprenden 2000 metros. Así mismo se calculara la socavación local de los espigones que conforman una batería que protegerá el tramo afectado. Para llevar a cabo el análisis mencionado, se requiere la información del estudio hidráulico elaborado en otro anexo de este contrato, las cuales nos dieron valores de velocidades, tirantes o profundidades de las secciones levantadas, y otros datos importantes requeridos para alimentar las formulas empíricas recomendadas por los términos de referencia de este contrato.

En el estudio se describen detalladamente los resultados obtenidos, los cuales se presentan en tablas y figuras para una mayor comprensión. Se emiten las conclusiones y recomendaciones que a juicio del especialista servirán para definir obras complementarias que protejan a la misma protección.

2. Antecedentes.

La enorme planicie del estado de Tabasco que se ha formado a lo largo de miles de años debido a la aportación de grandes cantidades de sedimentos y volúmenes de agua que dieron lugar a una intrincada red de cauces y zonas inundables, han hecho de la cuenca Grijalva – Usumacinta, la más importante y compleja del país; al presentarse periódicamente grandes avenidas que cubrían grandes extensiones de esta planicie y al descender los niveles de agua después de cada inundación, dejaban capas de sedimentos ricos en nutrientes que favorecían a la agricultura y levantaban paulatinamente los terrenos.

Esto permitió que las antiguas culturas como la olmeca y la maya, lograran desarrollar una estrecha vinculación con su medio ambiente, vinculando la cuenca hidrológica con los sistemas costeros y marítimos, lo que les permitió establecer pueblos a las orillas de los ríos y construir importantes poblaciones que se asentaron en la cuenca del Grijalva – Usumacinta, creando verdaderas sociedades hidráulicas como lo atestiguan las numerosas obras hidráulicas que construyeron; también supieron explotar sin agotar los recursos naturales creando policultivos y sistemas hidroagricolas, que permitieron sustentar y alimentar grandes núcleos de población asentados en estas tierras, desde antes de la conquista por los españoles y crearon una red de navegación fluvial, y costero, que les permitió llevar a cabo intercambios comerciales que abarcaban desde el altiplano de México hasta Guatemala y Honduras, siendo Tabasco reconocido desde la época prehispánica por sus intercambios comerciales.

A lo largo de la historia de Tabasco, la planicie ha sufrido drásticas transformaciones que han modificado la libre circulación del agua en los cauces de los ríos, presentándose en las condiciones actuales lo que podríamos llamar una red hidrológica de ríos encadenados ya que se ha modificado radicalmente el comportamiento de los ríos. Estas modificaciones que ha tenido la red fluvial se deben tener en cuenta en el diseño y control de obras hidráulicas que se proyecten, ya que los ríos tienen memoria y tienden a reconocer sus antiguos cauces.

Tabasco cuenta con la precipitación pluvial más alta del país y sus escurrimientos conforman una de las descargas de agua dulce más importante del planeta, al transitar por su territorio los ríos más caudalosos de México. A la intensidad de las lluvias y la presencia de caudalosos ríos, se han sumado sus selvas convertidos en potreros y un crecimiento urbano hacia zonas de alto riesgo, lo cual configura que exista un alto grado de vulnerabilidad ante las inundaciones y de inestabilidad morfológica.

Así mismo, se tiene que en el rio **La Sierra**, el cual escurre sobre material aluvial y se ubica en planicie, sufre desplazamientos laterales en las curvas, en su mayoría, estos desplazamientos deben ser controlados para minimizar riesgos de afectación a las vías de comunicación, centros de población, obras de infraestructura y a zonas de cultivo, que se encuentren aledaños a las riberas del río. Para ello es necesario, construir obras hidráulicas que permitan tal efecto de protección, como son: espigones, recubrimientos marginales o diques marginales.

A finales de 2007, y antes de la culminación de las acciones estructurales y no estructurales del PICI se dieron en el área de operación del proyecto, un conjunto de eventos meteorológicos con periodo de retorno cercano a 100 años, ocurridos en septiembre y octubre de 2007 y que provocaron una inundación, que cubrió el 70% del territorio del estado de tabasco.

Asimismo, en 2008 se registraron precipitaciones acumuladas mayores a las de 2007, que provocaron inundaciones en aproximadamente el 30% del estado; la ciudad de Villahermosa no sufrió afectaciones importantes, por lo que el evento se consideró menor al del año anterior. Una situación similar fue registrada en 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, razón por la cual la secretaría de gobernación emitió declaratorias de emergencia y de desastre.

Derivado de lo anterior, la CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), realizaron convenios de colaboración para identificar las acciones a seguir en la entidad que permitieran mitigar el riesgo de las inundaciones.

En 2014 se registró ante la secretaría de hacienda y crédito público, la cartera 1416b000146 denominado "**Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua en el estado de Tabasco** (PROHTAB)", tiene como objetivo la reducción del riesgo de inundaciones provocadas por fenómenos climatológicos extremos que puedan afectar a la población y áreas productivas del estado de tabasco. El PROHTAB considera beneficiar a un total de 166,422 hectáreas y 1'874,244 habitantes entre 2015-2022, que constituyen la población objetivo del proyecto.

La comisión nacional del agua a través la dirección local tabasco tiene programado la realización de estudios y proyectos en el estado de tabasco. Por otra parte, con fundamento en el artículo 18, cuarto párrafo de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, la comisión nacional del agua a través de la dirección local tabasco, han decidido que la prestación de los servicios para elaborar estudios y proyectos ejecutivos, las

realicen empresas, con amplia y comprobable experiencia en la revisión y supervisión de estudios y proyectos ejecutivos, relacionados con las vías terrestres e hidráulica, incluyendo la ingeniería de sitio y normatividad vigente, que dispongan de la capacidad técnica, financiera y de organización para realizar esta tarea, que es materia de este documento, incluyendo los equipos e instrumentos necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Como parte de los recorridos de inspección a cargo de la subdirección de obras de protección e ingeniería de ríos de la dirección local tabasco, se han identificado sitios vulnerables que requieren atención inmediatica los cuales ponen en riesgo a la población, por este motivo se identificaron aquellas acciones que pueden ser atendidas dentro del marco de las acciones registradas en el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB).

Por lo anterior, esta comisión nacional del agua requiere realizar el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**.", con el objeto de poder definir los trabajos que minimicen los efectos de erosión causados por el río de la sierra.

3. Localización.

La localización geográfica nos permitirá ubicar mediante coordenadas, el punto que queremos encontrar para fines de visita o de contemplar el espacio de nuestra zona de estudio. Es importante que se mencione desde la macro localización; es decir indicar país, estado y municipio, y así mismo indicar a través de la micro localización; aquella que pueda darnos ya con exactitud los datos que nos indiquen el acceso por medios de transporte y además unas coordenadas por si existe la manera para el interesado de ubicarlo con medios satelitales.

3.1. Localización general y extensión territorial.

La zona de estudio se ubica en el municipio de Centro, localizado en la región Centro, tiene como cabecera municipal la ciudad de Villahermosa entre los paralelos 17°59' de latitud norte y 92° 56' de longitud oeste.

El municipio Colinda al Norte con el municipio de Centla, al Este con el municipio de Macuspana, al Oeste con los municipios de Nacajuca y Cunduacán, y al Sur con los municipios de Jalapa y Teapa. La extensión territorial del municipio es de 1,611.12 km², los cuales corresponden al 6.59% respecto del total del estado, ocupando el 7º Lugar en la escala de extensión territorial (figura 1).



Figura 1. Macro localización.

3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas aproximadas del punto de referencia (punto del centro del tramo en estudio), con el fin de identificar en este documento la zona de estudio (ver tabla 1). Y en la figura 2 se puede observar la ubicación de la zona de estudio.

Coordenadas de la zona de estudio.

Coordenadas en Proyección UTM	
X= 511,098.80	Y= 1´981,682.45

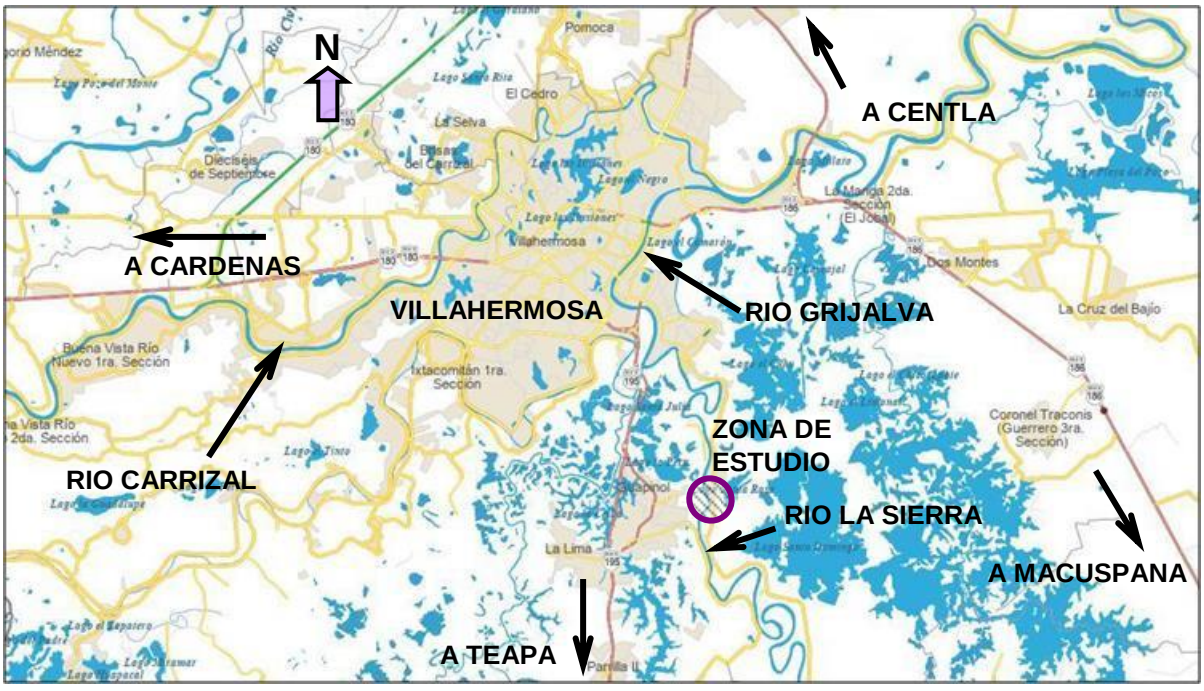


Figura 2. Micro localización.

4. Geografía de la zona de estudio.

La geografía de nuestro sitio de estudio, nos permitirá analizar los diversos fenómenos en sus características y distribución ya sea de relieve, clima, vegetación, población entre muchas otras más. Como parte de este informe, nos interesara conocer de manera puntual ciertas características en la zona de nuestras cuencas que nos ayude a tener una idea de las condiciones que influirán en los cálculos que más adelante se desarrollaran.

4.1. Precipitaciones.

Debido a su localización geográfica, el estado de Tabasco está situado en una de las zonas más vulnerables a los fenómenos hidro-meteorológicos severos, por ello es considerado una de las regiones más lluviosas de la República. Desde el punto de vista hidrológico, en él se desarrolla un complejo sistema de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) "la precipitación anual que ocurre en la región se encuentra entre las más altas del mundo (1,500 milímetros hacia la zona costera y hasta 4,000 en las zonas de las sierras), siendo en consecuencia la más alta en la República Mexicana como se puede apreciar en la figura 3 y 4.

4.2. Clima.

En la zona de estudio predomina el clima calido semi-calido húmedo (ver figura 5) debido a que se localiza en la franja intertropical del planeta y a que la disposición del relieve propende la retención de humedad. La temperatura promedio oscila en un rango de 26° a 28°. La región de las cuencas de la zona de estudio presenta lluvias casi todo el año, en la zona de estudio hay abundantes lluvias de junio a noviembre y cesan relativamente de enero a mayo. Así mismo, las precipitaciones oscilan entre los 1500 mm y 2000 mm.

4.3. Hidrografía e hidrología.

El área de las cuencas de la zona de estudio se localiza en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y subregión hidrológica del rio La Sierra, las aportaciones pluviales nutre de sus aguas a estos importantes colosos hidrográficos, dando lugar, a fin de cuentas, a las mayores cuencas acuíferas del país, como se puede observar en la figura 6.

4.4. Relieve.

La zona de estudio se localiza en la planicie del estado de tabasco el cual pertenece a la provincia de la llanura costera del golfo sur, donde el sistema de topo formas es una zona plana (ver figura 7). Los niveles en toda esta parte de la región no sobre pasa los 10 msnm (véase la figura 8).

4.5. Edafología y geología.

En la zona de estudio predomina el tipo de suelo Gleysol (hasta un 90%), y en menor medida los suelos Cambisol, Vertisol, Acrisol, Fluvisol y Luvisol. La zona tiene como periodo geológico el neógeno, cuaternario y paleógeno. El tipo de roca es; Sedimentaria y Lutita-arenisca y suelo tipo aluvial, palustre y lacustre (véase la figura 9).

4.6. Uso del suelo y vegetación.

La zona estudio se tiene como uso potencial de la tierra el pastizal cultivado, aprovechamiento de vegetación de pastizal y el uso de mayor área es el urbano con infraestructura de viviendas y así mismo se tienen arbolares de diversas especies como se puede observar en la figura 10.

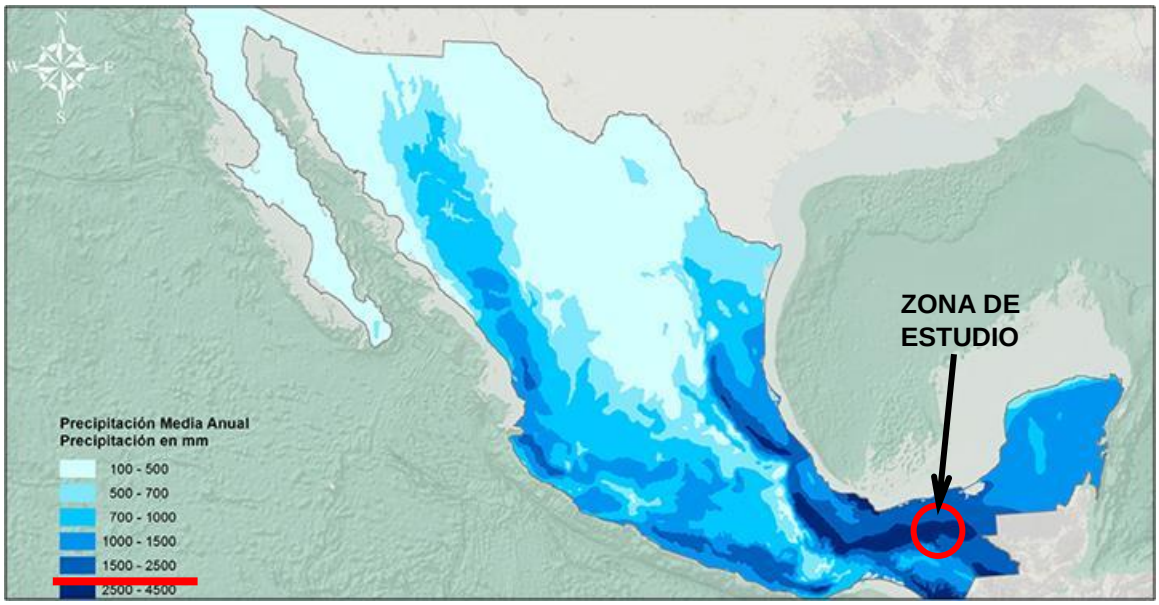


Figura 3. Mapa de precipitaciones media de la república mexicana (Fuente Inegi).

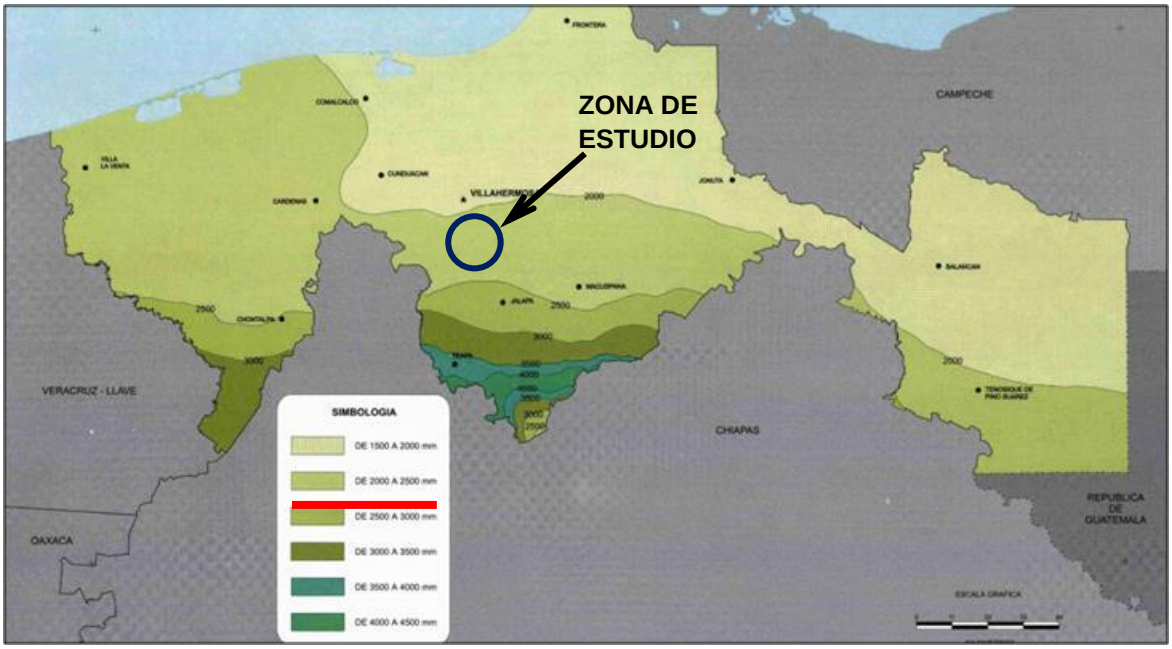


Figura 4. Mapa de precipitaciones media del estado de Tabasco (Fuente Inegi).

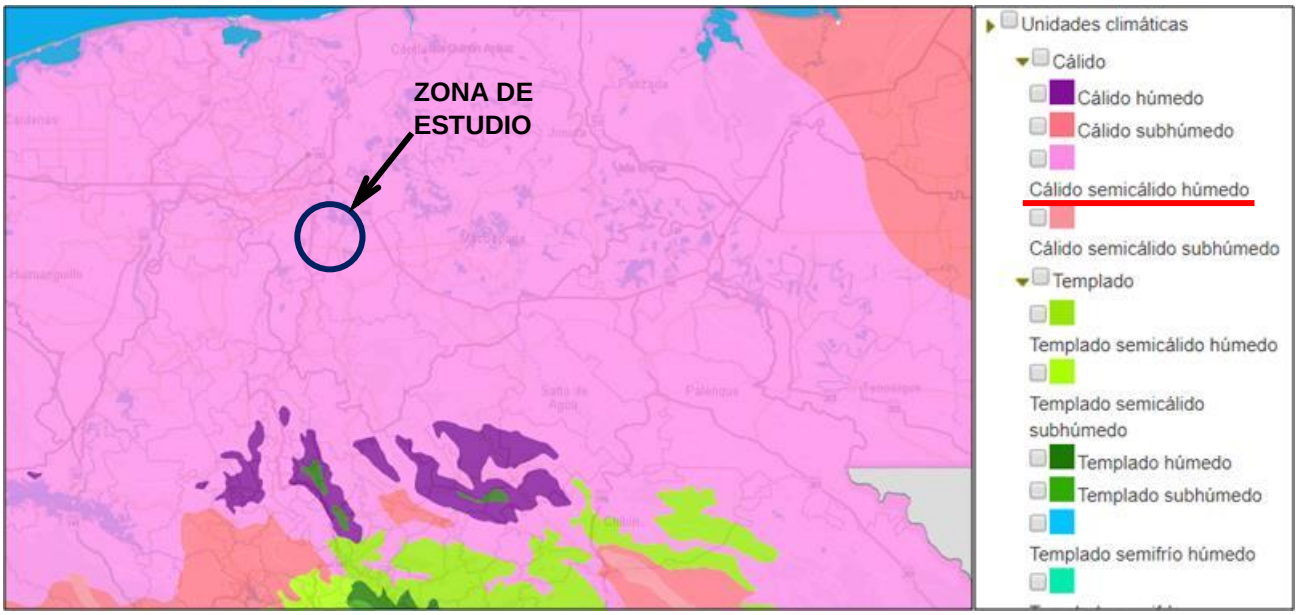


Figura 5. Mapa Climatológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

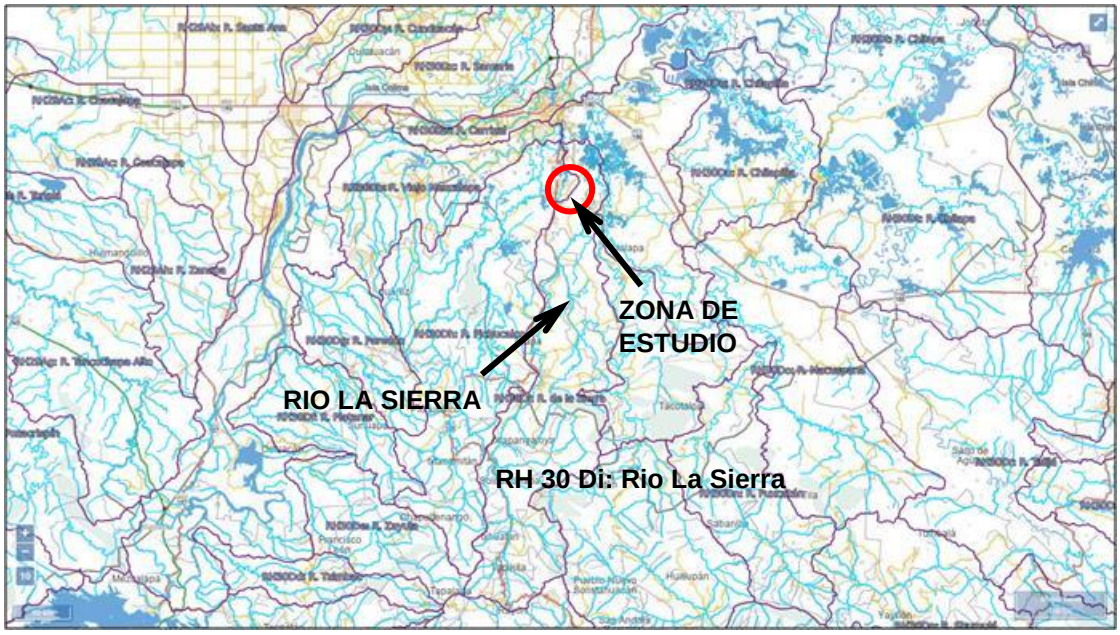


Figura 6. Mapa Hidrológico General de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 7. Mapa de Fisiografia de la zona de estudio (Fuente Inegi).

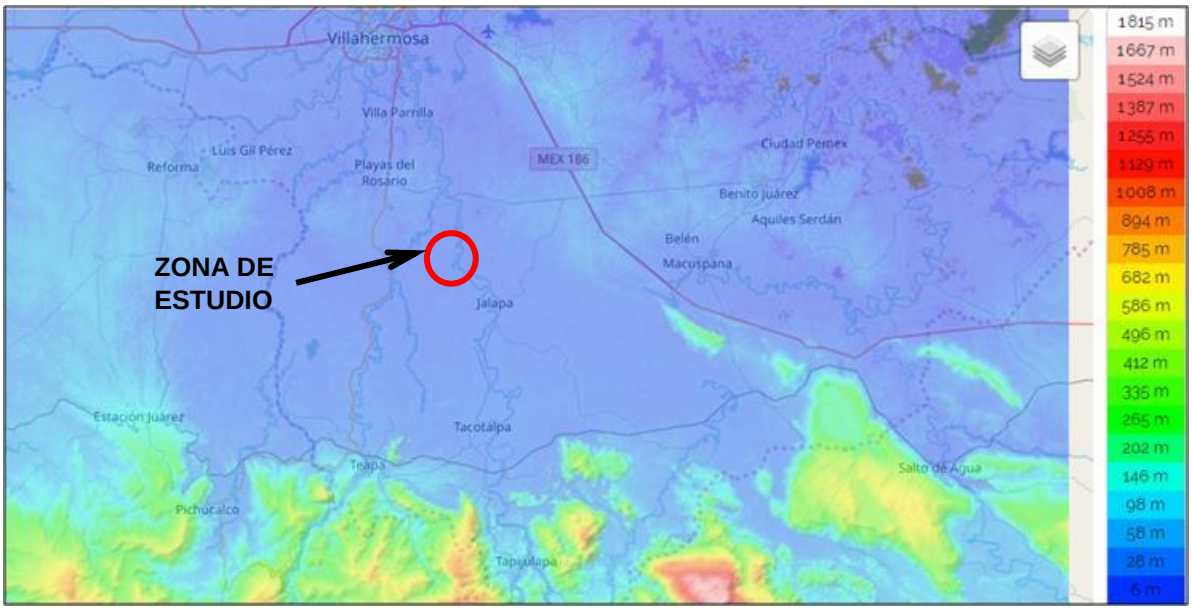


Figura 8. Mapa de relieve de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 9. Mapa edafológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 10. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio (Fuente Inegi).

5. Objetivos.

El objetivo General del contrato es: realizar los trabajos necesarios de campo y gabinete requeridos para integrar de manera satisfactoria el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**" de acuerdo a la normatividad vigente.

Como parte del presente informe, se planteó un objetivo particular:

Elaborar el análisis y cálculo que nos determine la profundidad de la socavación general en el cauce a lo largo del tramo de estudio en el río, así como determinar la socavación local al pie de las obras propuestas.

Objetivos desglosados:

- Recopilar la información necesaria para el informe.
- Realizar los cálculos de acuerdo con las fórmulas de acuerdo al tipo de suelo encontrado.
- Evaluar la magnitud del fenómeno para tomarlas en cuenta en los diseños de obras de protección marginal.
- Utilizar la información obtenida por medio de la modelación para conocer el grado de erosibilidad que se presentará para cada sección.
- Dar las conclusiones y recomendaciones.

6. Recopilación de información para el estudio.

Básicamente se requieren dos tipos de información principal para el estudio, estas son:

- Información de Geotecnia. Mediante ésta podemos determinar el tipo de suelo existente en la zona de estudio, es decir, si es cohesivo o no cohesivo y las ecuaciones apropiadas para realizar el cálculo.

- Información Hidráulica. Esta es el resultado de las modelaciones matemáticas realizadas para determinar las condiciones de flujo según sus gastos operativos en el periodo de retorno seleccionado.

6.1. Diámetros característicos de las partículas del fondo del cauce.

Se realizaron 3 sondeos en la zona del cauce del rio La Sierra (SM-01, SM-02 y SM-03 en agua), donde se obtuvieron muestras representativas del fondo del cauce para determinar el diámetro característico de las partículas del fondo (D_{50} y D_{84}), se tomó como referencia los resultados obtenidos de laboratorio del estudio de mecánica de suelos efectuado en el cauce, donde se muestran las curvas granulométricas.

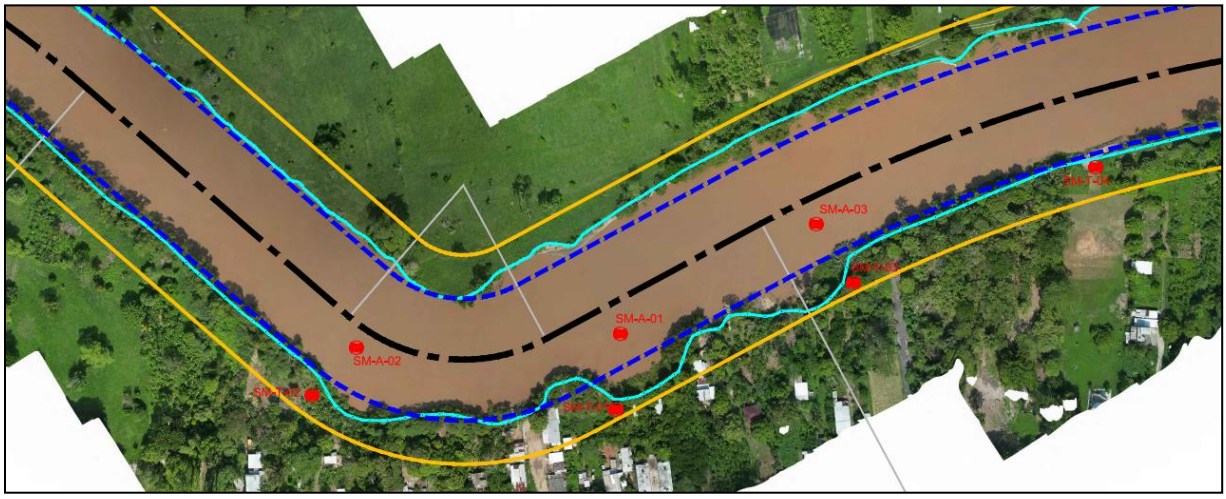


Figura 11. Ubicación de sondeos en el tramo de estudio.

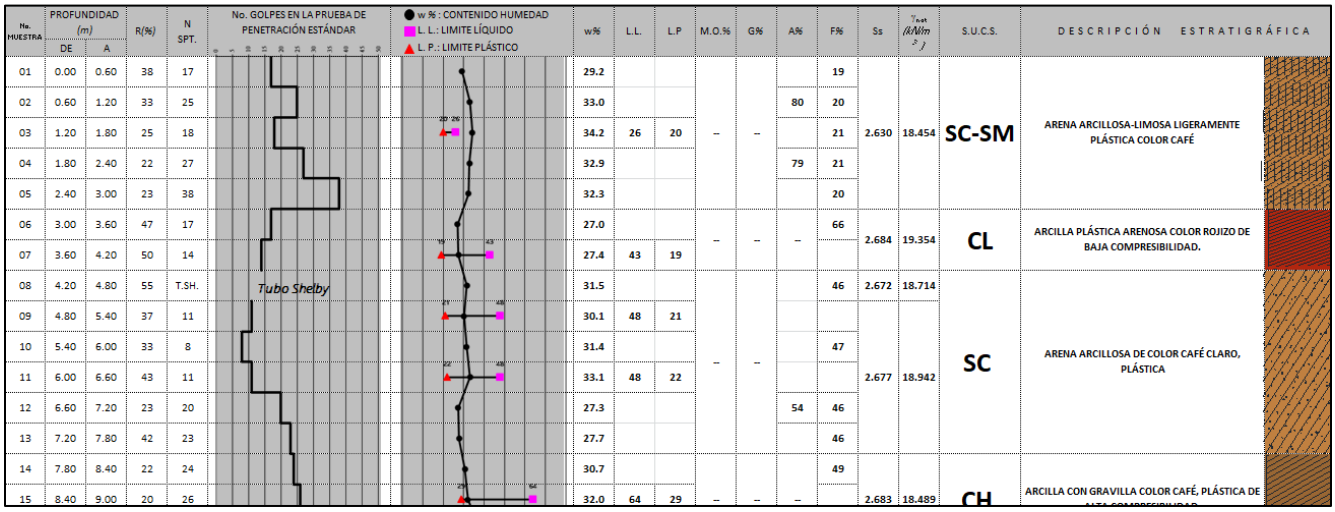


Figura 12. Estratigrafía del sondeo SM-01 en agua.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)		TIPO DE MUESTREADOR	PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 64 kg ALTURA DE CAÍDA 76 cm			LONGITUD PERFORACIÓN	RECUPERACIÓN		CLASIFICACIÓN DE CAMPO
	INICIAL	FINAL		NUMERO DE GOLPES EN			(cm)	cm	%	
				15 cm	30 cm	15 cm				
01	0.00	0.60	T.P.	10	17	11	60	23	38	Arena fina color café
02	0.60	1.20	T.P.	12	25	15	60	20	33	Arena fina con gravilla
03	1.20	1.80	T.P.	9	18	17	60	15	25	Arena color gris con materia orgánica
04	1.80	2.40	T.P.	13	27	19	60	13	22	Arena fina color gris
05	2.40	3.00	T.P.	15	38	20	60	14	23	Arena fina color gris
06	3.00	3.60	T.P.	8	17	9	60	28	47	Arcilla arenosa color rojiza
07	3.60	4.20	T.P.	3	14	10	60	30	50	Arcilla arenosa color rojiza
08	4.20	4.80	T.SH.	------	PRESIÓN	------	60	33	55	arcilla arenosa color café con rojiza
09	4.80	5.40	T.P.	3	11	9	60	22	37	Arcilla arenosa color café claro con gravillas
10	5.40	6.00	T.P.	2	8	7	60	20	33	Arcilla arenosa color café claro con gravillas
11	6.00	6.60	T.P.	4	11	9	60	26	43	Arcilla arenosa con gravilla color café claro
12	6.60	7.20	T.P.	6	20	9	60	14	23	Arcilla arenosa con gravilla color café claro
13	7.20	7.80	T.P.	5	23	13	60	25	42	Arcilla arenosa con gravilla color café claro
14	7.80	8.40	T.P.	5	24	11	60	13	22	Arcilla color café con gravilla
15	8.40	9.00	T.P.	4	26	9	60	12	20	Arcilla color café con gravilla
16	9.00	9.60	T.P.	6	29	12	60	15	25	Arcilla color café con gravilla
17	9.60	10.20	T.P.	8	24	17	60	12	20	Arena media color café
18	10.20	10.80	T.P.	10	39	20	60	23	38	Arena media con cambio a arcilla color café
19	10.80	11.40	T.SH.	------	PRESIÓN	------	60	45	75	Arcilla color café con grumos

Página 1

Figura 13. Registro de campo del sondeo SM-01 en agua.

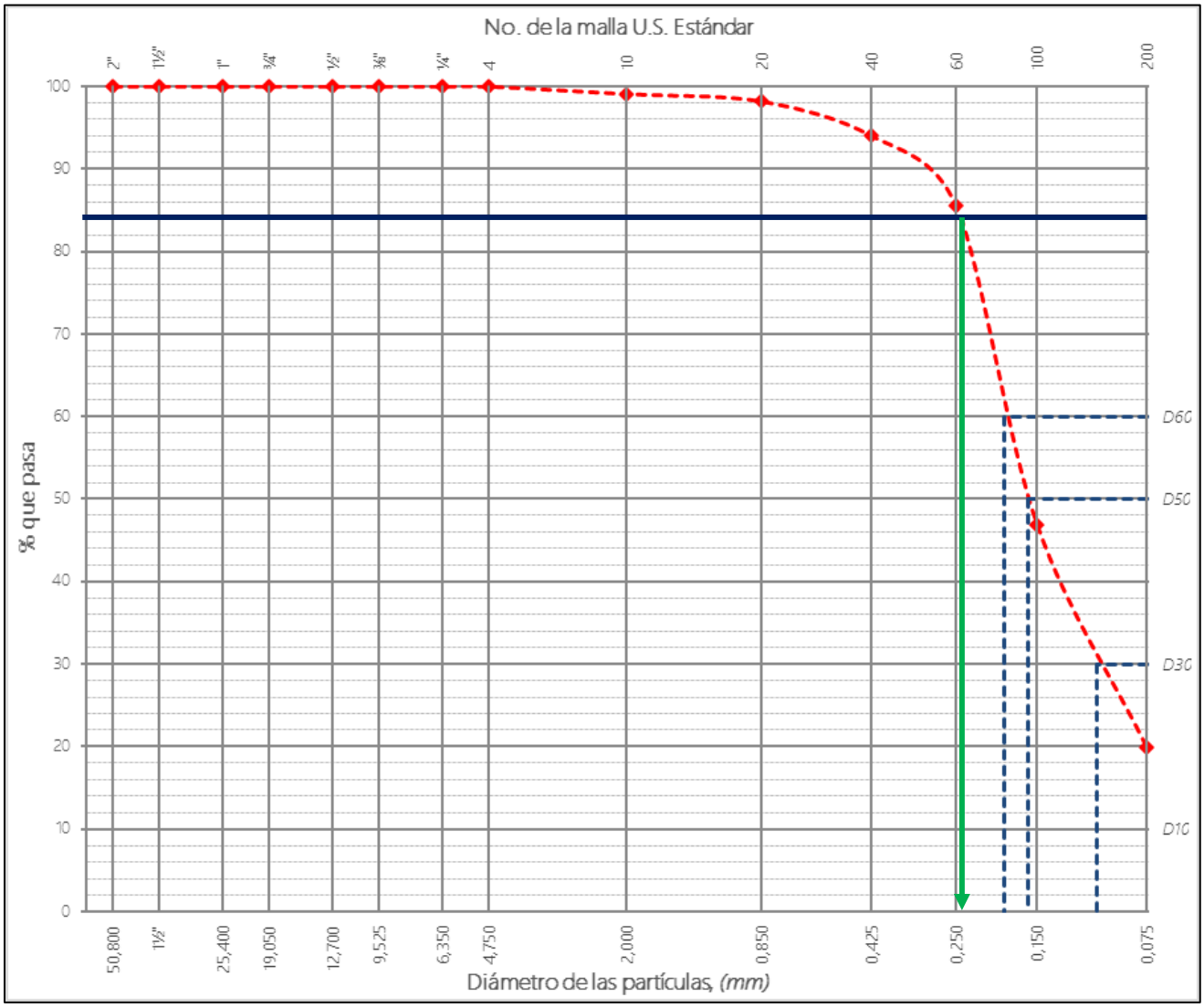


Figura 14. Granulometría del sondeo SM-01 en agua.

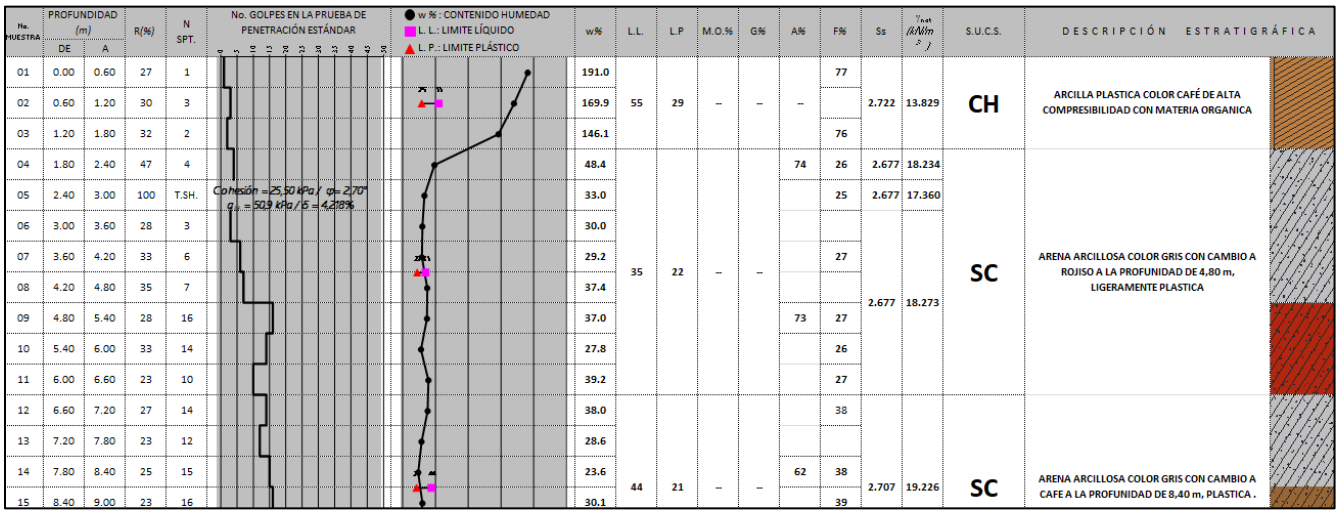


Figura 15. Estratigrafía del sondeo SM-02 en agua.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)		TIPO DE MUESTREADOR	PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 64 kg ALTURA DE CAÍDA 76 cm NUMERO DE GOLPES EN			LONGITUD PERFORACIÓN	RECUPERACIÓN		CLASIFICACIÓN DE CAMPO
	INICIAL	FINAL		15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	cm	%	
01	0.00	0.60	T.P.	1	1	1	60	16	27	ARCILLA COLOR CAFE CON MATERIA ORGANICA
02	0.60	1.20	T.P.	1	3	2	60	18	30	ARCILLA COLOR CAFE CON MATERIA ORGANICA
03	1.20	1.80	T.P.	1	2	2	60	19	32	ARCILLA COLOR CAFE CON MATERIA ORGANICA
04	1.80	2.40	T.P.	1	4	2	60	28	47	ARCILLA COLOR OSCURA CAMBIO ARCILLA COLOR GRIS
05	2.40	3.00	T.SH.	-----	PRESIÓN	-----	60	60	100	ARCILLA COLOR GRIS CON CAFÉ
06	3.00	3.60	T.P.	2	3	2	60	17	28	ARCILLA COLOR GRIS CON CAFÉ
07	3.60	4.20	T.P.	1	6	5	60	20	33	ARCILLA COLOR GRIS CON CAFÉ
08	4.20	4.80	T.P.	2	7	3	60	21	35	ARCILLA COLOR GRIS CON CAFÉ
09	4.80	5.40	T.P.	6	16	10	60	17	28	ARCILLA COLOR GRIS CON ROJISO
10	5.40	6.00	T.P.	5	14	9	60	20	33	ARCILLA COLOR GRIS CON ROJISO
11	6.00	6.60	T.P.	5	10	7	60	14	23	ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS CON ROJISO
12	6.60	7.20	T.P.	3	14	11	60	16	27	ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS CON ROJISO
13	7.20	7.80	T.P.	4	12	10	60	14	23	ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS CON ROJISO Y GRAVILLA
14	7.80	8.40	T.P.	3	15	8	60	15	25	ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS CON ROJISO Y GRAVILLA
15	8.40	9.00	T.P.	6	16	10	60	14	23	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRIS Y GRAVILLA
16	9.00	9.60	T.P.	4	14	7	60	14	23	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRIS Y GRAVILLA
17	9.60	10.20	T.P.	6	18	13	60	19	32	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRIS Y GRAVILLA
18	10.20	10.80	T.P.	2	16	7	60	13	22	ARENA MEDIA COLOR CAFÉ CON GRAVILLA
19	10.80	11.40	T.P.	3	12	10	60	15	25	ARENA MEDIA COLOR CAFÉ CON GRAVILLA
20	11.40	12.00	T.P.	4	15	8	60	14	23	ARENA LIMOSA COLOR GRIS CON CAFÉ Y GRAVILLA

Página 1

Figura 16. Registro de campo del sondeo SM-02 en agua.

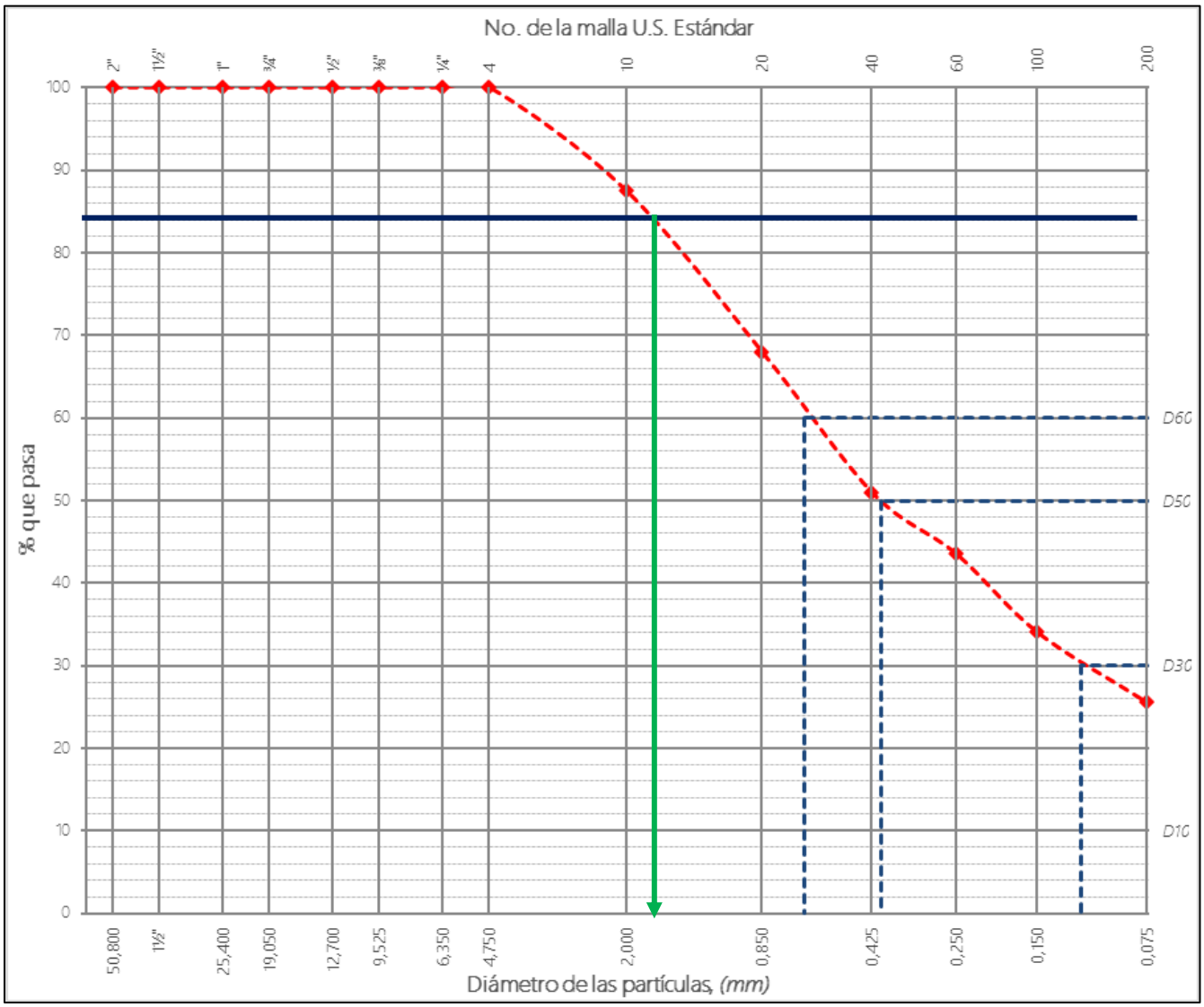


Figura 17. Granulometría del sondeo SM-02 en agua.

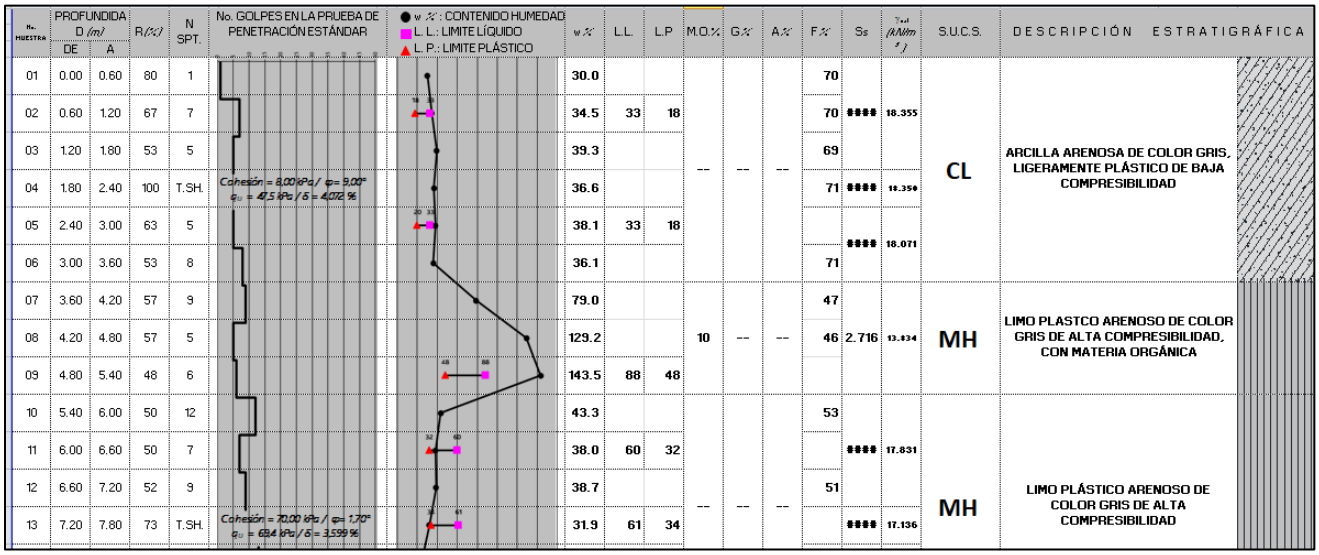


Figura 18. Estratigrafía del sondeo SM-03 en agua.

MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m) INICIAL	FINAL	TIPO DE MUESTREADOR	PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 64 kg ALTURA DE CAÍDA 76 cm NUMERO DE GOLPES EN 15 cm	30 cm	15 cm	LONGITUD PERFORACIÓN (cm)	RECUPERACIÓN cm	%	CLASIFICACIÓN DE CAMPO
01	0.00	0.60	T.P.	P.P.	1	2	60	48	80	LIMO ARENOSO COLOR GRIS
02	0.60	1.20	T.P.	1	7	7	60	40	67	ARENA FINA COLOR GRIS CON GRAVILLA
03	1.20	1.80	T.P.	1	5	3	60	32	53	LIMO ARENOSO COLOR GRIS
04	1.80	2.40	T.SH.	------	PRESIÓN	------	60	60	100	LIMO ARENOSO COLOR GRIS
05	2.40	3.00	T.P.	1	5	3	60	38	63	LIMO ARENOSO COLOR GRIS
06	3.00	3.60	T.P.	3	8	4	60	32	53	LIMO ARENOSO COLOR GRIS
07	3.60	4.20	T.P.	2	9	7	60	34	57	ARCILLA COLOR GRIS CON MATERIA ORGÁNICA
08	4.20	4.80	T.P.	2	5	5	60	34	57	MATERIA ORGÁNICA CAFÉ
09	4.80	5.40	T.P.	2	6	4	60	29	48	MATERIA ORGÁNICA CAFÉ
10	5.40	6.00	T.P.	4	12	6	60	30	50	MATERIA ORGÁNICA CON CAMBIO ARCILLA ARENOSA COLOR GRIS
11	6.00	6.60	T.P.	1	7	4	60	30	50	ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVILLA
12	6.60	7.20	T.P.	2	9	4	60	31	52	ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVILLA
13	7.20	7.80	T.SH.	------	PRESIÓN	-----	60	44	73	ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVILLA
14	7.80	8.40	T.P.	3	13	10	60	33	55	ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVILLA
15	8.40	9.00	T.P.	4	15	11	60	17	28	ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVILLA
16	9.00	9.60	T.P.	1	5	5	60	29	48	ARENA MEDIA COLOR GRIS CON GRAVILLAS
17	9.60	10.20	T.P.	10	25	15	60	27	45	ARENA ARCILLOSA GRIS CON GRAVILLAS
18	10.20	10.80	T.P.	4	19	15	60	33	55	ARENA ARCILLOSA COLOR GRIS
19	10.80	11.40	T.P.	7	25	19	60	27	45	ARENA ARCILLOSA COLOR GRIS
20	11.40	12.00	T.P.	12	33	24	60	34	57	ARENA ARCILLOSA COLOR ROJIZA CON VETAS GRIS
21	12.00	12.60	T.P.	7	23	10	60	19	32	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON GRAVILLA COLOR GRIS

Página 1

Figura 19. Registro de campo del sondeo SM-03 en agua.

Con apoyo de las gráficas anteriores, se estimó un tamaño característico D_{50} y D_{84}**.**

Muestra	D50(mm)	D84(mm)
SM-01	0.16	0.24
SM-02	Material arcilloso	
SM-03	Material arcilloso	

Con apoyo de los datos de laboratorio, se obtuvo el peso específico o densidad relativa de las muestras.

Muestra	Ss
SM-01	2.630
SM-02	2.722
SM-03	2.679

Con apoyo de los datos de laboratorio, se obtuvo el peso volumétrico seco de las muestras.

Muestra	Peso Vol (kg/m3)
SM-01	1149
SM-02	1467
SM-03	1407

6.2. Resultado del modelo hidráulico.

A continuación se muestra la tabla de los resultados obtenidos en el estudio hidráulico:

Tabla 1. Resultados del estudio hidráulico.

Resultados del modelo hidráulico para el periodo de retorno de 100 años.

SECCION EN HECRAS	ESTACION DEL TRAMO	RUGOSIDAD DE MANNING	GASTO (m3/s)	ELEVACION DE AGUA (msnm)	PROFUNDIDAD MAXIMA (m)	PENDIENTE DEL RIO (m/m)	AREA HIDRAULICA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	ANCHO EFECTIVO (m)	NUMERO DE FROUD
101	2+000	0.030	442.02	5.48	8.23	0.000079	451.76	0.99	76.11	0.13
100	1+980	0.030	442.02	5.47	7.86	0.000096	419.16	1.06	71.93	0.14
99	1+960	0.030	442.02	5.46	7.75	0.000097	415.39	1.07	71.94	0.14
98	1+940	0.030	442.02	5.46	7.73	0.000090	426.46	1.04	70.93	0.13
97	1+920	0.030	442.02	5.46	7.61	0.000089	423.74	1.05	70.13	0.13
96	1+900	0.030	442.02	5.45	7.46	0.000101	402.41	1.11	71.16	0.14
95	1+880	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000108	397.19	1.12	68.69	0.15
94	1+860	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000096	412.75	1.08	69.38	0.14
93	1+840	0.030	442.02	5.45	7.21	0.000094	416.71	1.07	69.08	0.14
92	1+820	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000088	429.88	1.03	70.51	0.13
91	1+800	0.030	442.02	5.45	7.31	0.000088	435.34	1.02	74.13	0.13
90	1+780	0.030	442.02	5.44	6.96	0.000095	427.79	1.04	76.52	0.14
89	1+760	0.030	442.02	5.44	6.73	0.000095	431.80	1.03	77.75	0.14
88	1+740	0.030	442.02	5.44	6.69	0.000101	422.91	1.05	77.19	0.14
87	1+720	0.030	442.02	5.44	6.69	0.000100	434.57	1.02	82.64	0.14
86	1+700	0.030	442.02	5.45	6.71	0.000082	536.01	0.83	122.57	0.12
85	1+680	0.030	442.02	5.44	6.71	0.000092	520.11	0.86	123.88	0.13
84	1+660	0.030	442.02	5.42	7.14	0.000109	418.57	1.06	80.89	0.14
83	1+640	0.030	442.02	5.42	6.92	0.000102	430.74	1.03	81.99	0.14
82	1+620	0.030	442.02	5.42	6.92	0.000091	448.60	0.99	80.58	0.13
81	1+600	0.030	442.02	5.42	7.00	0.000086	456.16	0.97	81.19	0.13
80	1+580	0.030	442.02	5.42	7.05	0.000086	460.70	0.96	84.51	0.13
79	1+560	0.030	442.02	5.41	6.68	0.000099	442.03	1.00	83.87	0.14
78	1+540	0.030	442.02	5.41	6.98	0.000101	438.04	1.02	84.94	0.14

77	1+520	0.030	442.02	5.41	7.31	0.000111	459.37	1.03	122.04	0.15
76	1+500	0.030	442.02	5.40	7.35	0.000112	447.00	1.05	120.55	0.15
75	1+480	0.030	442.02	5.40	7.15	0.000117	408.71	1.08	76.56	0.15
74	1+460	0.030	442.02	5.39	7.55	0.000124	407.23	1.09	81.31	0.15
73	1+440	0.030	442.02	5.38	7.26	0.000133	391.99	1.14	79.65	0.16
72	1+420	0.030	442.02	5.38	7.83	0.000124	393.21	1.13	75.00	0.15
71	1+400	0.030	442.02	5.38	7.88	0.000123	391.52	1.13	72.14	0.15
70	1+380	0.030	442.02	5.38	7.38	0.000119	395.95	1.12	72.71	0.15
69	1+360	0.030	442.02	5.38	7.14	0.000112	411.03	1.08	75.75	0.15
68	1+340	0.030	442.02	5.38	6.76	0.000111	411.05	1.08	76.11	0.15
67	1+320	0.030	442.02	5.38	6.48	0.000110	418.83	1.06	79.74	0.14
66	1+300	0.030	442.02	5.37	6.27	0.000114	413.81	1.07	79.69	0.15
65	1+280	0.030	442.02	5.37	6.12	0.000117	411.11	1.08	79.19	0.15
64	1+260	0.030	442.02	5.36	6.13	0.000123	400.60	1.11	77.66	0.15
63	1+240	0.030	442.02	5.36	6.36	0.000111	415.52	1.07	77.81	0.14
62	1+220	0.030	442.02	5.36	6.12	0.000122	403.04	1.10	78.12	0.15
61	1+200	0.030	442.02	5.36	5.93	0.000120	406.58	1.09	77.73	0.15
60	1+180	0.030	442.02	5.35	5.87	0.000119	409.39	1.08	77.79	0.15
59	1+160	0.030	442.02	5.35	6.40	0.000121	404.95	1.10	78.18	0.15
58	1+140	0.030	442.02	5.36	8.97	0.000083	472.63	0.94	85.42	0.13
57	1+120	0.030	442.02	5.35	10.12	0.000098	425.97	1.04	76.01	0.14
56	1+100	0.030	442.02	5.35	10.39	0.000086	438.23	1.01	72.59	0.13
55	1+080	0.030	442.02	5.36	12.09	0.000046	539.94	0.82	75.19	0.09
54	1+060	0.030	442.02	5.35	12.27	0.000048	530.73	0.84	77.58	0.10
53	1+040	0.030	442.02	5.34	11.09	0.000076	474.64	0.94	83.04	0.12
52	1+020	0.030	442.02	5.35	10.61	0.000049	575.15	0.77	97.45	0.10
51	1+000	0.030	442.02	5.35	10.35	0.000043	589.11	0.76	94.22	0.09
50	0+980	0.030	442.02	5.34	9.58	0.000066	508.74	0.87	89.29	0.11
49	0+960	0.030	442.02	5.33	8.76	0.000079	479.09	0.93	85.48	0.12
48	0+940	0.030	442.02	5.33	8.59	0.000080	481.99	0.92	87.04	0.12
47	0+920	0.030	442.02	5.34	8.07	0.000067	528.10	0.84	96.80	0.11
46	0+900	0.030	442.02	5.33	6.60	0.000078	514.47	0.86	104.45	0.12
45	0+880	0.030	442.02	5.32	6.32	0.000100	451.35	0.99	95.43	0.14
44	0+860	0.030	442.02	5.31	6.31	0.000105	440.02	1.01	87.02	0.14
43	0+840	0.030	442.02	5.31	6.31	0.000110	433.62	1.02	86.96	0.14

42	0+820	0.030	442.02	5.30	6.05	0.000120	420.33	1.06	85.91	0.15
41	0+800	0.030	442.02	5.30	5.98	0.000122	417.28	1.06	85.30	0.15
40	0+780	0.030	442.02	5.30	6.05	0.000119	412.98	1.07	81.41	0.15
39	0+760	0.030	442.02	5.30	7.31	0.000113	418.93	1.06	80.71	0.15
38	0+740	0.030	442.02	5.30	8.80	0.000091	454.30	0.98	83.88	0.13
37	0+720	0.030	442.02	5.29	7.52	0.000112	416.46	1.07	82.17	0.15
36	0+700	0.030	442.02	5.28	6.66	0.000135	398.45	1.11	82.76	0.16
35	0+680	0.030	442.02	5.29	7.79	0.000093	454.13	0.98	86.74	0.13
34	0+660	0.030	442.02	5.27	6.87	0.000115	416.44	1.07	81.77	0.15
33	0+640	0.030	442.02	5.27	6.65	0.000119	411.36	1.08	81.49	0.15
32	0+620	0.030	442.02	5.27	7.04	0.000110	426.09	1.04	83.89	0.15
31	0+600	0.030	442.02	5.27	7.27	0.000102	435.40	1.02	85.47	0.14
30	0+580	0.030	442.02	5.27	6.98	0.000106	426.78	1.04	83.06	0.14
29	0+560	0.030	442.02	5.26	6.76	0.000118	408.47	1.09	80.20	0.15
28	0+540	0.030	442.02	5.26	7.51	0.000112	408.93	1.09	77.94	0.15
27	0+520	0.030	442.02	5.25	6.75	0.000134	389.19	1.15	79.34	0.16
26	0+500	0.030	442.02	5.24	6.99	0.000134	381.97	1.16	73.73	0.16
25	0+480	0.030	442.02	5.25	7.50	0.000111	406.77	1.09	75.02	0.15
24	0+460	0.030	442.02	5.22	6.69	0.000170	346.51	1.28	69.25	0.18
23	0+440	0.030	442.02	5.23	7.24	0.000116	389.60	1.14	69.19	0.15
22	0+420	0.030	442.02	5.22	7.47	0.000121	385.48	1.15	69.06	0.15
21	0+400	0.030	442.02	5.22	7.47	0.000121	385.30	1.15	69.22	0.15
20	0+380	0.030	442.02	5.22	6.99	0.000125	382.04	1.16	69.66	0.16
19	0+360	0.030	442.02	5.21	7.21	0.000136	370.15	1.20	69.31	0.16
18	0+340	0.030	442.02	5.21	8.43	0.000107	404.47	1.10	71.62	0.14
17	0+320	0.030	442.02	5.22	7.70	0.000103	415.30	1.07	73.63	0.14
16	0+300	0.030	442.02	5.20	6.97	0.000128	387.54	1.15	73.33	0.16
15	0+280	0.030	442.02	5.20	6.72	0.000126	388.78	1.14	74.22	0.16
14	0+260	0.030	442.02	5.20	6.95	0.000115	401.73	1.11	75.50	0.15
13	0+240	0.030	442.02	5.20	6.95	0.000113	403.84	1.10	74.92	0.15
12	0+220	0.030	442.02	5.19	6.70	0.000124	394.34	1.13	75.88	0.15
11	0+200	0.030	442.02	5.19	6.94	0.000124	391.60	1.13	74.49	0.15
10	0+180	0.030	442.02	5.19	7.19	0.000124	393.00	1.13	74.55	0.15
9	0+160	0.030	442.02	5.19	6.91	0.000116	401.17	1.11	76.40	0.15
8	0+140	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000120	396.68	1.12	74.94	0.15

7	0+120	0.030	442.02	5.18	6.70	0.000121	395.02	1.13	75.37	0.15
6	0+100	0.030	442.02	5.18	6.73	0.000119	399.44	1.11	75.43	0.15
5	0+080	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000119	400.53	1.11	76.76	0.15
4	0+060	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000112	406.87	1.09	74.22	0.15
3	0+040	0.030	442.02	5.17	7.05	0.000132	382.02	1.16	73.79	0.16
2	0+020	0.030	442.02	5.16	6.96	0.000140	376.94	1.18	73.45	0.16
1	0+000	0.030	442.02	5.15	6.26	0.000165	357.57	1.25	75.05	0.18

7. Socavación general en el tramo de estudio.

7.1. Introducción al análisis de socavación general en el fondo del cauce.

El incremento de las velocidades del flujo del agua en un rio, como consecuencia del incremento del volumen causado por tormentas intensas en la cuenca de aportación y escurrimientos tributarios, afectan la estabilidad de los materiales que conforman el cauce, al incrementar el esfuerzo tractivo o cortante sobre las partículas que los constituyen.

Este fenómeno provoca el desprendimiento y transporte de dichas partículas desde los lugares donde se origina socavando o erosionando la sección del cauce y provoca la reducción o azolve de las secciones en los lugares donde se deposita o sedimenta aguas abajo.

Cuando esto ocurre en las planicies de origen aluvial, generalmente esta reducción de área del cauce provoca que las márgenes sean erosionadas ya que el volumen del flujo tiende a hacer más ancha la sección para compensar el área faltante.

La erosión generalizada de un tramo de río producto del incremento de la capacidad de transporte de la corriente durante el paso de una avenida prolongada, puede ser determinante de la puesta en riesgo del colapso de sus márgenes y en caso de su existencia, las estructuras fluviales tales como puentes, defensas de márgenes, conductos enterrados, etcétera.

En aquellas circunstancias en las que se requiera una determinación expeditiva, o en las que falte la información apropiada para el uso de modelos matemáticos a fondo móvil, resulta aconsejable el uso de fórmulas semi-empíricas que evalúen el estado final de equilibrio de una sección representativa de un tramo de río para determinadas condiciones de la corriente.

La aplicabilidad de una u otra forma de cálculo se sustenta en el grado de validación de que hayan sido objeto, y en un conocimiento apropiado de los fundamentos teóricos y experimentales que les dieron origen.

7.2. Metodología y fórmulas para el cálculo.

Para determinar el valor de socavación general que podría presentarse en el tramo de estudio del rio La Sierra, se realizó el cálculo utilizando un método empírico de hidráulica fluvial.

Para evaluar la socavación generalizada en el cauce, se empleó el método de Lischtvan y Lebediev basado en determinar la condición de equilibrio entre la velocidad media de la corriente y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar un material de diámetro y densidad conocidos.

En las referencias se encuentran disponibles un número significativo de expresiones de cálculo que permiten evaluar la profundidad esperada debido a procesos de erosión general. Sin embargo, puede demostrarse que muchas de estas ecuaciones presentan una estructura prácticamente igual a la propuesta por la metodología de Lischtvan y Lebediev, a pesar de que en algunos de los casos, los principios básicos que les dan origen son diferentes.

El criterio propuesto por Lischtvan y Lebediev para la determinación de las profundidades de erosión general establece que el mecanismo de erosión se detendrá cuando la velocidad media de la corriente (Ur) (m/s), se iguale con la velocidad mínima o de equilibrio (Ue) (m/s), Ue=Ur.

Para determinar Ur, la velocidad media de la corriente en función de la profundidad, para cada punto de la sección, es considerada por esta teoría a partir de la ecuación de Manning, del siguiente modo:

$U_r = \alpha * [(d_0^{5/3})/d_s]$; $\alpha = Q_d/d_m^{5/3} * B_e * \mu$ ---------- (1)

Dónde:

Ur = Velocidad media de la corriente luego de la erosión en la vertical de la sección (m).

do = Profundidad antes de la erosión en la vertical de la sección (m).

ds = Profundidad luego de la erosión en la vertical de la sección (m).

Qd = Caudal de diseño total (m3/s).

dm = Profundidad media de la sección antes de la erosión (m).

Be = Ancho superficial efectivo asociado con Qd (m).

μ = Coeficiente que considera el efecto por contracción producido por las pilas en caso de ser un puente.

Para evaluar la velocidad mínima o de equilibrio, esta teoría propone una expresión que depende fundamentalmente del diámetro de las partículas que componen el fondo, la que fue propuesta por Maza Álvarez (Moreno et al., 1998) del siguiente modo:

$U_e = 4.7 * \beta * d_{si}^{[0.322/d0.03]} * D^{0.28}$ ---------- (2)

Dónde:

β = Coeficiente que toma en cuenta el periodo de retorno con que se presenta el gasto de diseño.

$\beta = 0.8416 + 0.03342\ Ln\ Tr.$ ---------- *(3)*

D = Diámetro característico de las partículas que componen el fondo (m) (ver anexo de Tablas Granulométricas).

Debido a que el exponente que afecta a la profundidad ds en la ecuación de la velocidad de equilibrio experimenta variaciones poco significativas para el rango de tamaños de sedimentos de arenas finas y medias (0.19 mm<D<1 mm). Por lo tanto, la expresión de la velocidad de equilibrio a que se hace referencia será:

$U_e = 4.7 * \beta * d_{si}^{0.41} * D^{0.28}$ ---------- *(4)*

De igualar Ur de la ecuación 1 con la Ue de la ecuación 4, se tiene ds en forma que fuera presentado originalmente por el método (Juárez Badillo y Rodríguez, en 1984):

Material no cohesivo.

$Si\ 0.05\ mm \leq D_{84} \leq 2.8\ mm$

$$ds = \left[\frac{\alpha * {d_0}^{5/3}}{4.7 * \beta * {D_{84}}^{0.28}}\right]^{{D_{84}}^{0.03}/(0.322+{D_{84}}^{0.03})}$$ ---------- *(5)*

$Si\ 2.8\ mm \leq D_{84} \leq 182\ mm$

$$ds = \left[\frac{\alpha * {d_0}^{5/3}}{4.7 * \beta * {D_{84}}^{0.28}}\right]^{{D_{84}}^{0.092}/(0.223+{D_{84}}^{0.092})}$$ ---------- *(6)*

Material cohesivo.

$$ds = \left[\frac{5780 * \alpha * {d_0}^{5/3}}{\beta * {\gamma_s}^{1.18}}\right]^{{\gamma_s}^{0.725}/(66.28+{\gamma_s}^{0.725})}$$ ---------- *(7)*

Dónde:

γ_s = Peso volumétrico seco del material (kg/m3).

Debe quedar claro que el coeficiente "α" representa la conductancia de la sección de escurrimiento, consecuencia de la pendiente del gradiente de energía y el coeficiente de rugosidad asociados con la misma, la que en la metodología es considerada constante para toda la sección transversal.

Por lo tanto, la expresión de Ur propuesta lleva implícita una distribución de caudales en la sección que da más peso a las zonas inicialmente más profundas, puesto que directamente depende de d05/3.

Esta situación se traduce en el hecho de que al aplicar la ecuación (5), las secciones producto del cálculo copian la forma de la sección original.

De acuerdo con el método planteado en los párrafos anteriores, se realizaron los cálculos correspondientes para estimar la socavación generalizada en el cauce para el cual se aplicaron la ecuación para suelos no cohesivos dada la presencia de arenas y gravas en ciertos tramos del cauce. Previo a su aplicación fue necesario conocer los siguientes datos:

d_0 = Este valor se obtuvo de cada una de las secciones que componen el cauce, restando el nivel del agua para el gasto de diseño y el fondo del cauce.

β = Se aplicó la ecuación 2 para obtener su valor tomando en consideración el gasto obtenido de la sección sin desbordar.

D = Diámetro característico de las partículas que componen el fondo del cauce obtenido de la granulometría obtenida del fondo del cauce.

γ_d = De los resultados de laboratorio de los estudios de mecánica de suelos correspondientes al obtenida del fondo del cauce en kg/m^3. Dicho valor se obtiene de la prueba de comprensión triaxial.

d_m = Tirante medio, en metros. Se obtiene dividiendo el área hidráulica a entre el ancho efectivo B_e.

Así mismo, se consideró el gasto de diseño obtenido para este estudio en el análisis hidráulico del río en condiciones naturales.

Para la aplicación de los métodos en los cálculos de la socavación, se tomaron los siguientes parámetros y se hicieron las siguientes consideraciones:

- Las secciones representativas se obtuvieron a partir del levantamiento topo-batimétrico de la zona de estudio.
- El gasto de diseño corresponde a **442.02 m3/s** que se asocia a un periodo de retorno de **100 años.**
- El cálculo de la socavación se realizó en las secciones que se utilizaron en el modelo.
- Dada la conformación de las secciones en cauce del río La Sierra, a la altura del sitio analizado, se consideró un coeficiente de contracciones laterales μ=1.00 (socavación general).

Para efectos de los cálculos de la socavación general se consideraron las características de un material representativo que conforma el lecho del cauce, tomándose las propiedades de las muestras de sedimento realizadas en el estudio de Mecánica de Suelos para este tramo de estudio. Conocidos los datos anteriores, se procedió a realizar los cálculos obteniéndose los siguientes resultados en el tramo en estudio.

7.3. Resultados de la socavación general en suelos no cohesivos.

Los datos correspondientes al gasto en el **periodo de retorno de 100 años** son los siguientes:

- Q = 442.02 m/seg
- D84 = 0.24 mm ; 0.00024 m

Tabla 2. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-01.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	9.53	1.30
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	9.60	1.74
1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	9.54	1.79
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	9.16	1.43
1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	9.01	1.40
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	9.42	1.96
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	9.39	1.94
1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	9.02	1.57
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	8.56	1.35
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	8.66	1.21
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	8.55	1.24
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	8.36	1.40
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	8.01	1.28
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	8.12	1.43
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	8.12	1.43
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	7.66	0.95
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	7.98	1.27
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	9.07	1.93
1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	8.51	1.59
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	8.04	1.12

1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	8.02	1.02
1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	8.15	1.10
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	8.00	1.32
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	8.57	1.59
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	10.15	2.84
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	10.49	3.14
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	9.11	1.96
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	10.03	2.48
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	9.92	2.66
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	10.51	2.68
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	10.45	2.57
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	9.58	2.20
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	8.99	1.85
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	8.44	1.68
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	8.03	1.55
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	7.83	1.56
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	7.65	1.53
1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	7.83	1.70
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	7.84	1.48
1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	7.78	1.66
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	7.40	1.47
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	7.26	1.39
1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	8.16	1.76
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	10.56	1.59
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	13.02	2.90
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	12.71	2.32
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	12.08	-0.01
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	12.73	0.46
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	13.31	2.22
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	10.86	0.25
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	10.09	-0.26
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	10.68	1.10
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	10.11	1.35
0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	9.89	1.30
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	8.67	0.60

0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	7.31	0.71
0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	7.77	1.45
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	7.65	1.34
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	7.78	1.47
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	7.64	1.59
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	7.58	1.60
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	7.61	1.56
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	9.31	2.00
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	10.72	1.92
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	9.77	2.25
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	8.95	2.29
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	9.44	1.65
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	8.77	1.90
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	8.55	1.90
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	8.89	1.85
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	9.08	1.81
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	8.74	1.76
0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	8.72	1.96
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	9.73	2.22
0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	9.17	2.42
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	9.43	2.44
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	9.60	2.10
0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	9.76	3.07
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	9.32	2.08
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	9.79	2.32
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	9.80	2.33
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	9.18	2.19
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	9.86	2.65
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	10.85	2.42
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	9.58	1.88
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	9.22	2.25
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	8.85	2.13
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	8.93	1.98
0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	8.84	1.89
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	8.76	2.06

0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	9.13	2.19
0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	9.48	2.29
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	8.93	2.02
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	8.62	1.94
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	8.72	2.02
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	8.65	1.92
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	8.62	1.94
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	8.33	1.65
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	9.53	2.48
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	9.52	2.56
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	9.03	2.77

7.4. Resultados de la socavación general en suelos cohesivos.

Los datos correspondientes al gasto en el **periodo de retorno de 100 años** son los siguientes:

- Q = 442.02 m/seg
- γ_d = 1467 Kg/m3 del sondeo SM-02 y 1407 kg/m3 del sondeo SM-03.

Tabla 9. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-02.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	6.30	-1.93
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	6.35	-1.51
1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	6.31	-1.44
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	6.05	-1.68
1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	5.94	-1.67
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	6.23	-1.23
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	6.21	-1.24

1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	5.95	-1.50
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	5.63	-1.58
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	5.70	-1.75
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	5.62	-1.69
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	5.49	-1.47
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	5.24	-1.49
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	5.32	-1.37
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	5.32	-1.37
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	5.01	-1.70
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	5.23	-1.48
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	5.99	-1.15
1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	5.59	-1.33
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	5.27	-1.65
1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	5.25	-1.75
1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	5.34	-1.71
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	5.24	-1.44
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	5.63	-1.35
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	6.74	-0.57
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	6.98	-0.37
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	6.01	-1.14
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	6.66	-0.89
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	6.58	-0.68
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	6.99	-0.84
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	6.95	-0.93
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	6.34	-1.04
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	5.93	-1.21
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	5.55	-1.21
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	5.26	-1.22
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	5.12	-1.15
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	5.00	-1.12
1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	5.12	-1.01
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	5.13	-1.23
1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	5.09	-1.03
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	4.83	-1.10
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	4.73	-1.14

1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	5.35	-1.05
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	7.03	-1.94
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	8.77	-1.35
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	8.55	-1.84
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	8.10	-3.99
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	8.57	-3.70
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	8.98	-2.11
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	7.24	-3.37
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	6.70	-3.65
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	7.11	-2.47
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	6.71	-2.05
0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	6.56	-2.03
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	5.71	-2.36
0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	4.77	-1.83
0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	5.08	-1.24
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	5.00	-1.31
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	5.09	-1.22
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	4.99	-1.06
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	4.95	-1.03
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	4.97	-1.08
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	6.15	-1.16
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	7.14	-1.66
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	6.48	-1.04
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	5.90	-0.76
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	6.24	-1.55
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	5.77	-1.10
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	5.62	-1.03
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	5.86	-1.18
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	5.99	-1.28
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	5.75	-1.23
0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	5.74	-1.02
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	6.44	-1.07
0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	6.05	-0.70
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	6.24	-0.75
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	6.35	-1.15

0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	6.46	-0.23
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	6.16	-1.08
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	6.49	-0.98
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	6.50	-0.97
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	6.06	-0.93
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	6.54	-0.67
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	7.23	-1.20
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	6.34	-1.36
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	6.09	-0.88
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	5.83	-0.89
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	5.89	-1.06
0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	5.82	-1.13
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	5.77	-0.93
0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	6.02	-0.92
0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	6.27	-0.92
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	5.89	-1.02
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	5.67	-1.01
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	5.74	-0.96
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	5.69	-1.04
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	5.67	-1.01
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	5.47	-1.21
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	6.31	-0.74
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	6.30	-0.66
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	5.96	-0.30

Tabla 18. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-03.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	6.45	-1.78
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	6.50	-1.36
1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	6.46	-1.29
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	6.19	-1.54

1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	6.08	-1.53
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	6.37	-1.09
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	6.35	-1.10
1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	6.09	-1.36
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	5.76	-1.45
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	5.83	-1.62
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	5.75	-1.56
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	5.62	-1.34
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	5.37	-1.36
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	5.45	-1.24
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	5.45	-1.24
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	5.13	-1.58
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	5.35	-1.36
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	6.12	-1.02
1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	5.72	-1.20
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	5.40	-1.52
1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	5.38	-1.62
1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	5.47	-1.58
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	5.37	-1.31
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	5.77	-1.21
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	6.89	-0.42
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	7.13	-0.22
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	6.15	-1.00
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	6.81	-0.74
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	6.73	-0.53
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	7.15	-0.68
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	7.10	-0.78
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	6.48	-0.90
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	6.06	-1.08
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	5.68	-1.08
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	5.39	-1.09
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	5.25	-1.02
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	5.12	-1.00
1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	5.25	-0.88
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	5.25	-1.11

1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	5.21	-0.91
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	4.95	-0.98
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	4.84	-1.03
1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	5.48	-0.92
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	7.18	-1.79
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	8.95	-1.17
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	8.73	-1.66
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	8.27	-3.82
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	8.74	-3.53
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	9.16	-1.93
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	7.40	-3.21
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	6.85	-3.50
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	7.27	-2.31
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	6.86	-1.90
0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	6.70	-1.89
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	5.84	-2.23
0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	4.88	-1.72
0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	5.21	-1.11
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	5.12	-1.19
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	5.21	-1.10
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	5.11	-0.94
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	5.07	-0.91
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	5.09	-0.96
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	6.29	-1.02
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	7.30	-1.50
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	6.62	-0.90
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	6.04	-0.62
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	6.38	-1.41
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	5.91	-0.96
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	5.75	-0.90
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	5.99	-1.05
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	6.13	-1.14
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	5.89	-1.09
0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	5.87	-0.89
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	6.59	-0.92

0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	6.19	-0.56
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	6.38	-0.61
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	6.50	-1.00
0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	6.61	-0.08
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	6.30	-0.94
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	6.63	-0.84
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	6.64	-0.83
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	6.20	-0.79
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	6.69	-0.52
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	7.39	-1.04
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	6.48	-1.22
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	6.23	-0.74
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	5.97	-0.75
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	6.02	-0.93
0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	5.96	-0.99
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	5.90	-0.80
0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	6.16	-0.78
0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	6.41	-0.78
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	6.03	-0.88
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	5.80	-0.88
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	5.87	-0.83
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	5.83	-0.90
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	5.80	-0.88
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	5.60	-1.08
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	6.45	-0.60
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	6.44	-0.52
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	6.09	-0.17

8. Socavación local al pie de las obras propuestas.

8.1. Introducción a la socavación local de las obras propuestas.

El cálculo de la profundidad de socavación en las obras interpuestas de los ríos ha inquietado a los diseñadores por mucho tiempo y ha atraído considerable interés por la investigación en este campo. El enfoque dado al cálculo de las máximas profundidades de socavación en la actualidad, parte de suponer que ésta depende de variables que caracterizan al flujo, al material del lecho en el cauce y a la geometría de la obra, para terminar con una ecuación empírica de tipo determinístico.

La determinación de la socavación a largo plazo y por migración lateral de la corriente se basa más en análisis cualitativo y en la aplicación de conceptos de mecánica de ríos que en el uso de fórmulas empíricas. Por otro lado, existen muchas ecuaciones para calcular la profundidad de socavación local, pero, solo hay algunas aplicables para el caso de obstrucciones como los espigones y la socavación general por contracción u otras causas. Sin embargo, no existe una obvia similitud entre las ecuaciones, ni en su apariencia ni en sus resultados, y además, se tiene poca verificación de su aplicabilidad con información de campo.

Hay mucha incertidumbre sobre el uso de las ecuaciones y sobre cuál representa mejor las condiciones reales del río y de la obra. Esto hace difícil establecer una sola ecuación que sea lo suficientemente precisa y segura para estimar las profundidades de socavación debido al alto grado de incertidumbre existente y a las muchas variables involucradas en el problema como son: flujo no permanente, caudal de diseño, geometría de las estructuras, turbulencia, tamaño y distribución del sedimento, características hidráulicas durante crecientes, ángulo de ataque del flujo, presencia de basuras y tiempo de duración de la creciente.

Es evidente que el flujo alrededor de un espigón es muy complejo para ser analizado teóricamente y es muy variado para sacar conclusiones de unas pocas investigaciones experimentales, por lo que se requiere de más investigación en el futuro para aclarar el comportamiento del flujo en tres dimensiones alrededor de un espigón bajo diferentes condiciones de frontera.

Es así como debido a la complejidad de todas las variables involucradas en la socavación no existe todavía una solución teórica válida, por lo que toca recurrir a los resultados de investigaciones experimentales de laboratorio basadas en análisis dimensional, que como se ha anotado, arrojan resultados muy dispares y en algunos casos

contradictorios. Las ecuaciones disponibles hasta la fecha son envolventes a resultados obtenidos de modelos físicos de laboratorio y muchas veces las profundidades de socavación son exageradas.

El problema de determinar la socavación local en una pila está más o menos resuelto, pero, todavía no existe una solución confiable. Los métodos para evaluarla, superponen los efectos de la socavación por contracción y la socavación local lo cual es otro factor que lleva a sobre-estimar las profundidades de socavación puesto que en la realidad, son acciones simultáneas. Las ecuaciones disponibles hasta la fecha para calcular socavaciones en las diferentes formas de un espigón, tanto construido como por construir, dan solo un orden de magnitud para saber alrededor de qué valor va a estar la profundidad máxima de socavación real.

La socavación es en resumen, la combinación de varios factores, unos a largo plazo y otros transitorios durante crecientes. Aunque la mayoría de los fallos de espigones ocurren durante las crecientes no se pueden desestimar los otros, pero en este documento se dará énfasis al cálculo de la socavación general, por contracción y a la local en espigones.

La decisión final sobre las obras en los ríos y/o sus medidas de protección, debe basarse no solo en los resultados que las ecuaciones arrojen, sino también, en el buen criterio, experiencia y conocimiento de las variables involucradas en el problema por parte de los ingenieros especialistas.

8.2. Metodología y fórmulas de cálculo.

La erosión más importante que se produce al pie de una obra de protección ocurre en el extremo que se encuentra dentro del agua.

Para cuantificar la erosión del fondo del río adyacente al extremo de la obra de protección (espigones) se puede utilizar la ecuación que a continuación se indica, la cual fue obtenida por Maza con base en los datos y criterio inicial de Latuischenkov.

Dicha relación establece:

$$de = 0{,}855do\left[4{,}17 + Ln\frac{Q_1}{Q}\right]e^{(0{,}0028\alpha - 0{,}24k)}$$

Dónde:

de = Profundidad máxima en la zona erosionada al final de la obra, medida desde la superficie, asociada al gasto de diseño.

do = Profundidad del flujo en una zona cercana al extremo del espigón no afectada por la erosión, asociada al gasto de diseño.

α = Ángulo entre el eje longitudinal del espigón y la dirección del flujo, medido hacia aguas abajo.

k = Talud del extremo del espigón.

Q1 = Gasto teórico que podría pasar por la zona ocupada por el espigón.

Q = Gasto total en el río.

Para efectos de cálculo de socavación local al pie de las obras propuestas (espigones) se consideró el gasto de diseño para este proyecto (Q=442.02 m3/s, Tr=100 años).

En lo que respecta a este proyecto las obras contempladas dentro del cauce consisten:

El proyecto contempla como construcción de opción de solución 1, en la margen derecha del rio La Sierra en la ranchería Torno Largo, de 3 espigones formados a base de bolsas de cimbra textil rellenas de mortero. En la figura 20 se muestra la planta con las obras propuestas para esta opción y en la figura 21 la sección tipo de las obra de espigón.

Para el análisis de la socavación local al pie de los espigones del sitio de estudio en el río La Sierra, se determinó un gasto unitario (q) a partir de las secciones de la margen derecha del espigón 1 al espigón 3 del tramo de estudio (ranchería Torno Largo) del modelo matemático con los resultados de la corrida del gasto considerado en el cálculo de la socavación local para determinar el gasto Q y Q1 para las secciones que se muestran en la tabla 19 donde se muestran los resultados del análisis de la socavación local al pie de los espigones.

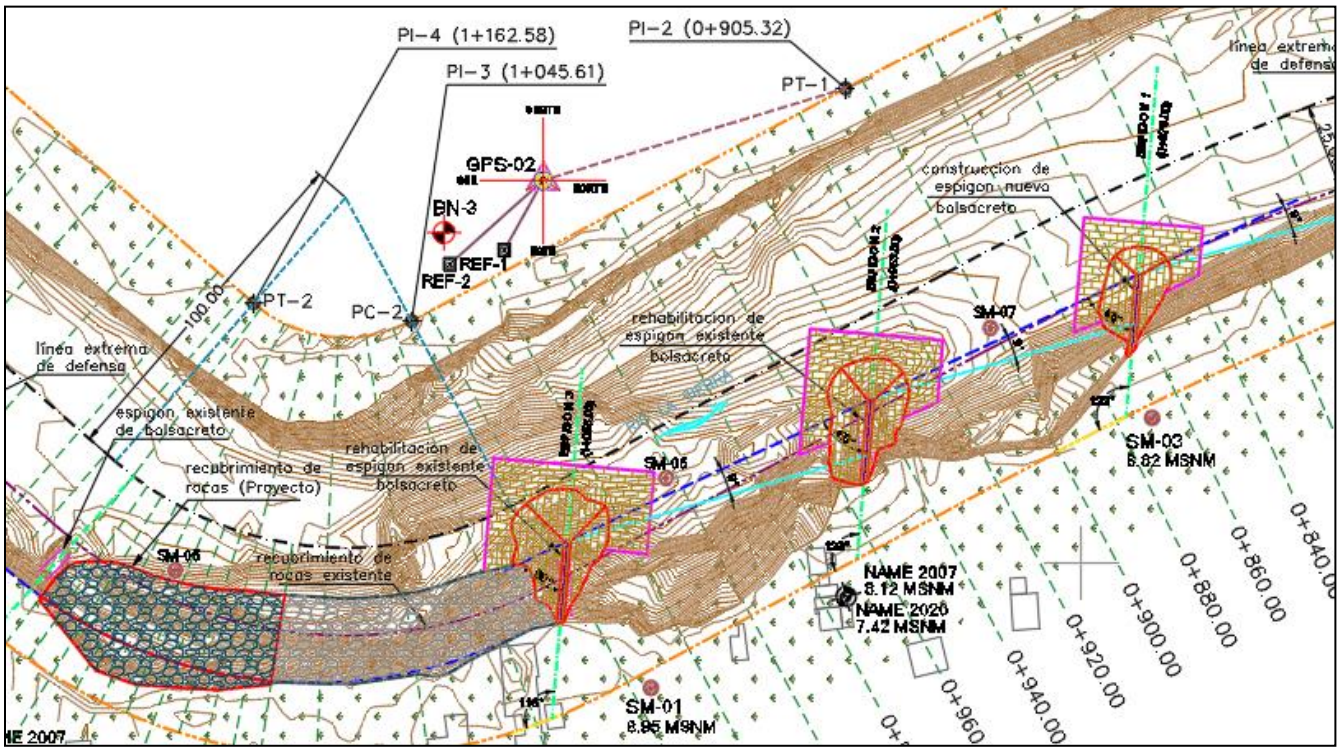


Figura 20. Planta de la alternativa de solución 1.

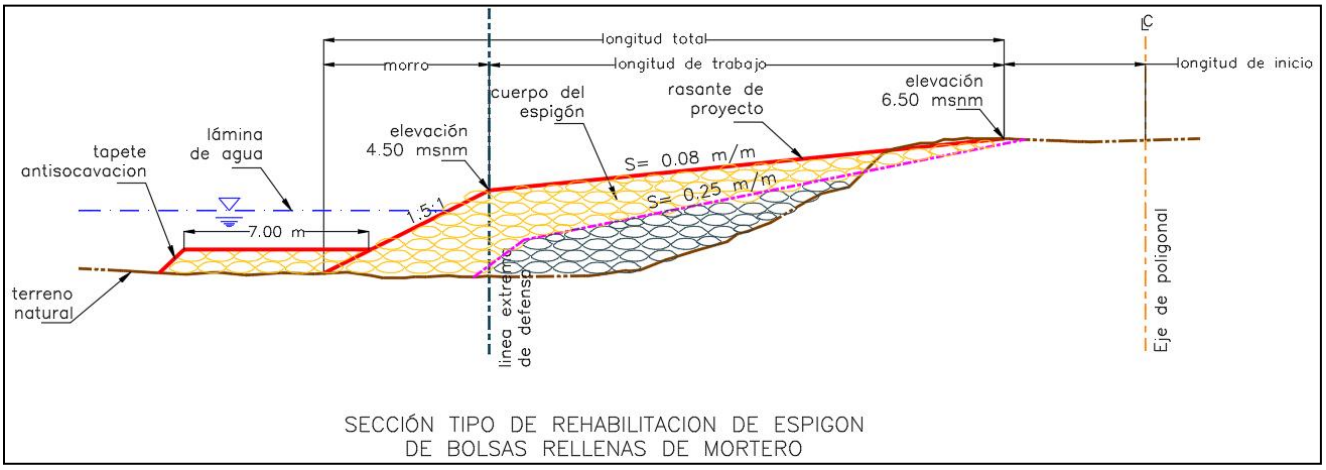


Figura 21. Sección tipo de la propuesta de solución 1.

Tabla 19. Resultados de socavación local en los espigones.

Espigon	Estacion	Gasto total en el rio Q (m3/s)	Longitud del espigon Lp (m)	Prof. Maxima al final del espigon d0 (m)	Gasto teorico Q1	&	Talud externo del espigon K	Prof. Erosionada al final del espigon d0 (m)	socavacion local (m)	profundidad maxima con socavacion
1	0+876	442.02	22.20	5.30	86.44	60	1.50	9.49	4.19	9.49
2	0+963	442.02	23.74	6.80	77.85	60	1.50	11.68	4.88	11.68
3	1+055	442.02	23.20	9.90	92.14	60	1.50	18.18	8.28	18.18

Como puede apreciarse en los resultados que se muestran en la tabla 19 el máximo valor de socavación local calculado al pie de las obras propuestas corresponde al espigón 3 que es de **8.28 m** que se encuentra en la zona más profunda en el tramo de estudio del río La Sierra.

Por otra parte se tiene que de las recomendaciones hechas por los autores Maza y García Flores, cuando la erosión resultante se desee evitar, se deberá colocar un delantal con ancho aproximado a 0.5 veces el tirante del río que se presenta al pie de la obra de protección en el fondo del río.

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos y las recomendaciones de Maza y García Flores se tomó como dato para la protección contra la socavación local y general simultáneamente un delantal de protección o tapete anti socavación para los 3 espigones de la siguiente manera:

Espigón 1: longitud de tapete anti socavación de **5.00 m** (tirante de 10 m)

Espigón 2: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m** (tirante de 12 m)

Espigón 3: longitud de tapete anti socavación de **9.00 m** (tirante de 18 m)

Para las propuestas con recubrimiento marginal, se igual manera se propondrá un delantal de protección o tapete anti socavación de **6.00 m.** debido a que donde se colocara el recubrimiento de roca oscila en 9 metros el tirante más 3 metros de socavación general por lo que su tirante ya con socavación es de 12 metros.

9. Conclusiones y recomendaciones.

Conforme a los resultados de la determinación de socavaciones del rio La Sierra en el tramo de estudio y proyecto se tiene las siguientes conclusiones:

- Para los análisis de socavación se utilizaron los resultados del modelo de simulación matemática (Qd=442.02 m^3/s, Tr= 100 años) en condiciones naturales realizado para este proyecto.
- La información de los materiales del fondo y de la margen del río se obtuvieron del estudio de Mecánica de Suelos realizado para este proyecto por la empresa SIICSA S.A. de C.V.
- Para efectos de los cálculos de la socavación general se consideraron las características de un material representativo que conforma el lecho del cauce, tomándose las propiedades de las muestras de sedimento realizadas en el estudio de Mecánica de Suelos para este tramo de estudio, para lo cual se realizó el promedio de los diámetros característicos de los muestreos del SM-01 (arena arcillosa limosa ligeramente plástica color café D_{84}=0.24 mm) y SM-02 y SM-03 (arcilla arenosa de color gris ligeramente plástica de baja compresibilidad).
- De acuerdo con los resultados de los análisis anteriores, se observa que la socavación general obtenida por la metodología de Lischtvan y Levediev da valores de socavación más altos en la parte media del tramo de estudio, la parte más profunda del cauce, que es donde se encuentra la sección 1+120 que presenta la mayor profundidad de socavación calculada de **2.90 m.**
- De los resultados obtenidos de la socavación local al pie de las obras propuestas (espigones) el máximo valor de socavación local calculado es de **8.28 m** para el espigón 3 ubicado en la zona céntrica de la curva del cauce.
- Por otra parte y en base a los resultados obtenidos de socavación, tomando en cuenta las recomendaciones de Maza y García Flores, se tiene que el delantal al pie de estas obras tanto de espigones como de recubrimiento marginal se recomienda colocar una protección con un tapate anti socavación para los espigones para evitar el colapso de obras por socavación local en combinación de socavación general del tramo.
- Espigón 1: longitud de tapete anti socavación de **5.00 m.**
- Espigón 2: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m.**
- Espigón 3: longitud de tapete anti socavación de **9.00 m**.
- Recubrimientos marginales: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m.**

10. Referencias bibliográficas.

- Manual de Ingeniería de Ríos "capitulo 5 Hidráulica de Canales".
  Jaime Camargo Hernández y Víctor Franco.
  Instituto de Ingeniería UNAM y Comisión Nacional del Agua.

- Manual de Ingeniería de Ríos "capitulo 6 Flujo no Permanente den Ríos".
  Moisés Berezowsky y Amado Jiménez Castañeda.
  Instituto de Ingeniería UNAM y Comisión Nacional del Agua.

- Hidrología de Canales Abiertos.
  Ven Te Chow.
  McGraw-Hill.

- Hidráulica de Canales
  Gilberto Sotelo Avila.
  Facultad de Ingeniería UNAM.

- Introducción a la Hidráulica Fluvial.
  Arturo Rocha Felices.
  Universidad Nacional de Ingeniería del Perú.

- Tesis de Titulación "Hidráulica de Ríos"

"ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE PROTECCION MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO LA SIERRA EN LA RANCHERIA TORNO LARGO PRIMERA SECCION (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO"



IV.3. ESTUDIO DE HIDRAULICA FLUVIAL.

IV.3.6 ELABORACION DEL INFORME DE HIDRAULICA FLUVIAL.

FECHA: SEPTIEMBRE DE 2023

CONTRATO: 2023-B05-B57-CD-27-RF-I3-A-OR-0043

CONTRATISTA: SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

SIICSA

[redacted]

Contenido

1. Introducción. 5
2. Antecedentes. 6
3. Localización. 9
3.1. Localización general y extensión territorial. 9
3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio. 10
4. Geografía de la zona de estudio. 11
4.1. Precipitaciones. 11
4.2. Clima. 11
4.3. Hidrografía e hidrología. 11
4.4. Relieve. 12
4.5. Edafología y geología. 12
4.6. Uso del suelo y vegetación. 12
5. Objetivos. 17
6. Análisis Hidrológico. 18
6.1. Determinación de gastos de la estación hidrométrica. 18
6.2. Determinación de gastos de los desvíos por escotaduras. 24
6.3. Determinación de gastos por cuenca propia. 25
6.3.1. Graficas de las curvas I_d^T de las estaciones pluviométricas. 28
6.4. Balance hidrológico para determinación de gastos en el tramo de estudio. 29
7. Análisis hidráulico unidimensional de comportamiento del cauce en condiciones actuales. 30
7.1. Metodología del cálculo. 30
7.2. Condiciones generales. 31
7.3. Condiciones de frontera y parámetros utilizados. 32
7.4. Modelo hidráulico y su tránsito de avenidas. 33
7.5. Resultados obtenidos de la corrida hidráulica unidimensional. 36
8. Análisis hidráulico bidimensional del comportamiento del cauce en condiciones actuales y de obras propuestas. 55
8.1. Metodología del cálculo. 55
8.1.1. Importación de la geometría a modelar. 56
8.1.2. Geometría utilizada con extensión DXF. 56
8.1.3. Condiciones de frontera. 63
8.1.3.1. Coeficientes de rugosidad de la zona de estudio. 63
8.1.3.2. Condiciones iniciales y de contorno. 64
8.2. Modelación matemática y resultados obtenidos para las condiciones actuales. 66
8.3. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 1. 71
8.4. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 2. 76
8.5. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 3. 81

8.6. Determinación de la velocidad critica media para materiales no cohesivos. 86
8.7. Determinación de la velocidad critica media para materiales cohesivos. 91
8.8. Comparativa de las velocidades del estudio hidráulico contra las velocidades críticas del fondo. 92
8.9. Resultados de la socavación general en suelos no cohesivos. 95
8.10. Resultados de la socavación general en suelos cohesivos. 99
9. Socavación local al pie de las obras propuestas. 105
9.1. Metodología y fórmulas de cálculo. 105
10. Conclusiones y Recomendaciones. 109
11. Referencias Bibliográficas. 115

AUTOR

[redacted]

INGENIERO HIDRAULICO Y PROYECTISTA

SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD S.A. DE C.V.

REVISION Y APROBACIÓN

[redacted]

RESIDENTE DE SERVICIOS

COMISION NACIONAL DEL AGUA

1. Introducción.

El presente documento está consignado a realizar la **Elaboración del Informe de Hidráulica Fluvial** del rio La Sierra a la altura de la ranchería Torno Largo del municipio de Centro, Tabasco.

Se llevó a cabo la recopilación de información topo batimétrica del cauce y del levantamiento a detalle de la infraestructura existente como los son los espigones de bolsacreto sobre el tramo. Dicha información fue recabada en archivos digitales puesto que así puede procesarse y exportar al software que se usara para fines del modelamiento hidráulico. Así mismo se llevó a cabo la recopilación de información de los estudios de mecánica de suelos realizados en el cauce del rio La Sierra en la zona de estudio. Dicha información fue recabada en archivos digitales para analizar los resultados de las pruebas de laboratorio, mismas que se usara para fines de la determinación de velocidades permisibles del cauce y de socavaciones general y local de las obras.

Se realizaron los modelos matemáticos y consideraciones físicas preponderantes para determinar las condiciones de frontera y de inicio de dicho modelo, con lo cual se describió finalmente la operación hidráulica actual de la zona y la interacción que guardan las características geométricas con dichos análisis. Se llevó a cabo el tránsito de avenidas en condiciones actuales o naturales, así como los de obras propuestas (opciones de solución) con los gastos obtenidos en el estudio hidrológico en los diferente periodos de retorno asignados, el cual fueron de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años. Con los resultados obtenidos se pudo asignar el periodo de retorno al gasto formativo (antes del desborde), de la corrida hidráulica se obtuvieron datos de tirantes, velocidades, áreas hidráulicas, etc.

Se realizó el cálculo de velocidades permisibles o críticas, y el análisis de socavaciones general en todo el tramo de estudio, que comprenden una longitud de 2000 metros. Para llevar a cabo el análisis mencionado, se requiere la información del estudio hidráulico elaborado, las cuales nos dieron valores de velocidades, tirantes o profundidades de las secciones levantadas, y los datos de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio de las muestras de los sondeos realizados en campo. Por último se realizó el análisis de socavación local de los espigones proyectados para el proyecto ejecutivo.

2. Antecedentes.

La enorme planicie del estado de Tabasco que se ha formado a lo largo de miles de años debido a la aportación de grandes cantidades de sedimentos y volúmenes de agua que dieron lugar a una intrincada red de cauces y zonas inundables, han hecho de la cuenca Grijalva – Usumacinta, la más importante y compleja del país; al presentarse periódicamente grandes avenidas que cubrían grandes extensiones de esta planicie y al descender los niveles de agua después de cada inundación, dejaban capas de sedimentos ricos en nutrientes que favorecían a la agricultura y levantaban paulatinamente los terrenos.

Esto permitió que las antiguas culturas como la olmeca y la maya, lograran desarrollar una estrecha vinculación con su medio ambiente, vinculando la cuenca hidrológica con los sistemas costeros y marítimos, lo que les permitió establecer pueblos a las orillas de los ríos y construir importantes poblaciones que se asentaron en la cuenca del Grijalva – Usumacinta, creando verdaderas sociedades hidráulicas como lo atestiguan las numerosas obras hidráulicas que construyeron; también supieron explotar sin agotar los recursos naturales creando policultivos y sistemas hidroagricolas, que permitieron sustentar y alimentar grandes núcleos de población asentados en estas tierras, desde antes de la conquista por los españoles y crearon una red de navegación fluvial, y costero, que les permitió llevar a cabo intercambios comerciales que abarcaban desde el altiplano de México hasta Guatemala y Honduras, siendo Tabasco reconocido desde la época prehispánica por sus intercambios comerciales.

A lo largo de la historia de Tabasco, la planicie ha sufrido drásticas transformaciones que han modificado la libre circulación del agua en los cauces de los ríos, presentándose en las condiciones actuales lo que podríamos llamar una red hidrológica de ríos encadenados ya que se ha modificado radicalmente el comportamiento de los ríos. Estas modificaciones que ha tenido la red fluvial se deben tener en cuenta en el diseño y control de obras hidráulicas que se proyecten, ya que los ríos tienen memoria y tienden a reconocer sus antiguos cauces.

Tabasco cuenta con la precipitación pluvial más alta del país y sus escurrimientos conforman una de las descargas de agua dulce más importante del planeta, al transitar por su territorio los ríos más caudalosos de México. A la intensidad de las lluvias y la presencia de caudalosos ríos, se han sumado sus selvas convertidos en potreros y un crecimiento urbano hacia zonas de alto riesgo, lo cual configura que exista un alto grado de vulnerabilidad ante las inundaciones y de inestabilidad morfológica.

Así mismo, se tiene que en el rio **La Sierra**, el cual escurre sobre material aluvial y se ubica en planicie, sufre desplazamientos laterales en las curvas, en su mayoría, estos desplazamientos deben ser controlados para minimizar riesgos de afectación a las vías de comunicación, centros de población, obras de infraestructura y a zonas de cultivo, que se encuentren aledaños a las riberas del río. Para ello es necesario, construir obras hidráulicas que permitan tal efecto de protección, como son: espigones, recubrimientos marginales o diques marginales.

A finales de 2007, y antes de la culminación de las acciones estructurales y no estructurales del PICI se dieron en el área de operación del proyecto, un conjunto de eventos meteorológicos con periodo de retorno cercano a 100 años, ocurridos en septiembre y octubre de 2007 y que provocaron una inundación, que cubrió el 70% del territorio del estado de tabasco.

Asimismo, en 2008 se registraron precipitaciones acumuladas mayores a las de 2007, que provocaron inundaciones en aproximadamente el 30% del estado; la ciudad de Villahermosa no sufrió afectaciones importantes, por lo que el evento se consideró menor al del año anterior. Una situación similar fue registrada en 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, razón por la cual la secretaría de gobernación emitió declaratorias de emergencia y de desastre.

Derivado de lo anterior, la CONAGUA y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), realizaron convenios de colaboración para identificar las acciones a seguir en la entidad que permitieran mitigar el riesgo de las inundaciones.

En 2014 se registró ante la secretaría de hacienda y crédito público, la cartera 1416b000146 denominado "**Proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua en el estado de Tabasco** (PROHTAB)", tiene como objetivo la reducción del riesgo de inundaciones provocadas por fenómenos climatológicos extremos que puedan afectar a la población y áreas productivas del estado de tabasco. El PROHTAB considera beneficiar a un total de 166,422 hectáreas y 1'874,244 habitantes entre 2015-2022, que constituyen la población objetivo del proyecto.

La comisión nacional del agua a través la dirección local tabasco tiene programado la realización de estudios y proyectos en el estado de tabasco. Por otra parte, con fundamento en el artículo 18, cuarto párrafo de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, la comisión nacional del agua a través de la dirección local tabasco, han decidido que la prestación de los servicios para elaborar estudios y proyectos ejecutivos, las

realicen empresas, con amplia y comprobable experiencia en la revisión y supervisión de estudios y proyectos ejecutivos, relacionados con las vías terrestres e hidráulica, incluyendo la ingeniería de sitio y normatividad vigente, que dispongan de la capacidad técnica, financiera y de organización para realizar esta tarea, que es materia de este documento, incluyendo los equipos e instrumentos necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Como parte de los recorridos de inspección a cargo de la subdirección de obras de protección e ingeniería de ríos de la dirección local tabasco, se han identificado sitios vulnerables que requieren atención inmediatica los cuales ponen en riesgo a la población, por este motivo se identificaron aquellas acciones que pueden ser atendidas dentro del marco de las acciones registradas en el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB).

Por lo anterior, esta comisión nacional del agua requiere realizar el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**.", con el objeto de poder definir los trabajos que minimicen los efectos de erosión causados por el río de la sierra.

3. Localización.

La localización geográfica nos permitirá ubicar mediante coordenadas, el punto que queremos encontrar para fines de visita o de contemplar el espacio de nuestra zona de estudio. Es importante que se mencione desde la macro localización; es decir indicar país, estado y municipio, y así mismo indicar a través de la micro localización; aquella que pueda darnos ya con exactitud los datos que nos indiquen el acceso por medios de transporte y además unas coordenadas por si existe la manera para el interesado de ubicarlo con medios satelitales.

3.1. Localización general y extensión territorial.

La zona de estudio se ubica en el municipio de Centro, localizado en la región Centro, tiene como cabecera municipal la ciudad de Villahermosa entre los paralelos 17°59' de latitud norte y 92° 56' de longitud oeste.

El municipio Colinda al Norte con el municipio de Centla, al Este con el municipio de Macuspana, al Oeste con los municipios de Nacajuca y Cunduacán, y al Sur con los municipios de Jalapa y Teapa. La extensión territorial del municipio es de 1,611.12 km², los cuales corresponden al 6.59% respecto del total del estado, ocupando el 7º Lugar en la escala de extensión territorial (figura 1).



Figura 1. Macro localización.

3.2. Localización particular y coordenadas del sitio de estudio.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas aproximadas del punto de referencia (punto del centro del tramo en estudio), con el fin de identificar en este documento la zona de estudio (ver tabla 1). Y en la figura 2 se puede observar la ubicación de la zona de estudio.

Tabla 1. Coordenadas de la zona de estudio.

Coordenadas en Proyección UTM	
X= 511,098.80	Y= 1´981,682.45

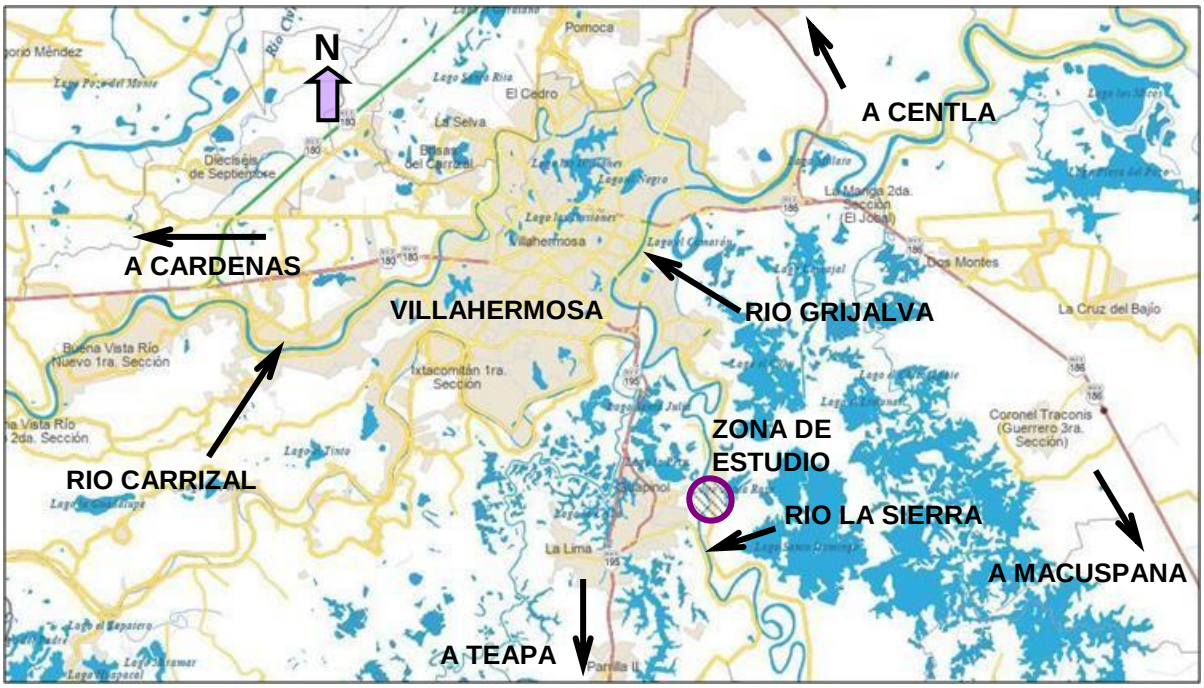


Figura 2. Micro localización.

4. Geografía de la zona de estudio.

La geografía de nuestro sitio de estudio, nos permitirá analizar los diversos fenómenos en sus características y distribución ya sea de relieve, clima, vegetación, población entre muchas otras más. Como parte de este informe, nos interesara conocer de manera puntual ciertas características en la zona de nuestras cuencas que nos ayude a tener una idea de las condiciones que influirán en los cálculos que más adelante se desarrollaran.

4.1. Precipitaciones.

Debido a su localización geográfica, el estado de Tabasco está situado en una de las zonas más vulnerables a los fenómenos hidro-meteorológicos severos, por ello es considerado una de las regiones más lluviosas de la República. Desde el punto de vista hidrológico, en él se desarrolla un complejo sistema de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) "la precipitación anual que ocurre en la región se encuentra entre las más altas del mundo (1,500 milímetros hacia la zona costera y hasta 4,000 en las zonas de las sierras), siendo en consecuencia la más alta en la República Mexicana como se puede apreciar en la figura 3 y 4.

4.2. Clima.

En la zona de estudio predomina el clima calido semi-calido húmedo (ver figura 5) debido a que se localiza en la franja intertropical del planeta y a que la disposición del relieve propende la retención de humedad. La temperatura promedio oscila en un rango de 26° a 28°. La región de las cuencas de la zona de estudio presenta lluvias casi todo el año, en la zona de estudio hay abundantes lluvias de junio a noviembre y cesan relativamente de enero a mayo. Así mismo, las precipitaciones oscilan entre los 1500 mm y 2000 mm.

4.3. Hidrografía e hidrología.

El área de las cuencas de la zona de estudio se localiza en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y subregión hidrológica del rio La Sierra, las aportaciones pluviales nutre de sus aguas a estos importantes colosos hidrográficos, dando lugar, a fin de cuentas, a las mayores cuencas acuíferas del país, como se puede observar en la figura 6.

4.4. Relieve.

La zona de estudio se localiza en la planicie del estado de tabasco el cual pertenece a la provincia de la llanura costera del golfo sur, donde el sistema de topo formas es una zona plana (ver figura 7). Los niveles en toda esta parte de la región no sobre pasa los 10 msnm (véase la figura 8).

4.5. Edafología y geología.

En la zona de estudio predomina el tipo de suelo Gleysol (hasta un 90%), y en menor medida los suelos Cambisol, Vertisol, Acrisol, Fluvisol y Luvisol. La zona tiene como periodo geológico el neógeno, cuaternario y paleógeno. El tipo de roca es; Sedimentaria y Lutita-arenisca y suelo tipo aluvial, palustre y lacustre (véase la figura 9).

4.6. Uso del suelo y vegetación.

La zona estudio se tiene como uso potencial de la tierra el pastizal cultivado, aprovechamiento de vegetación de pastizal y el uso de mayor área es el urbano con infraestructura de viviendas y así mismo se tienen arbolares de diversas especies como se puede observar en la figura 10.

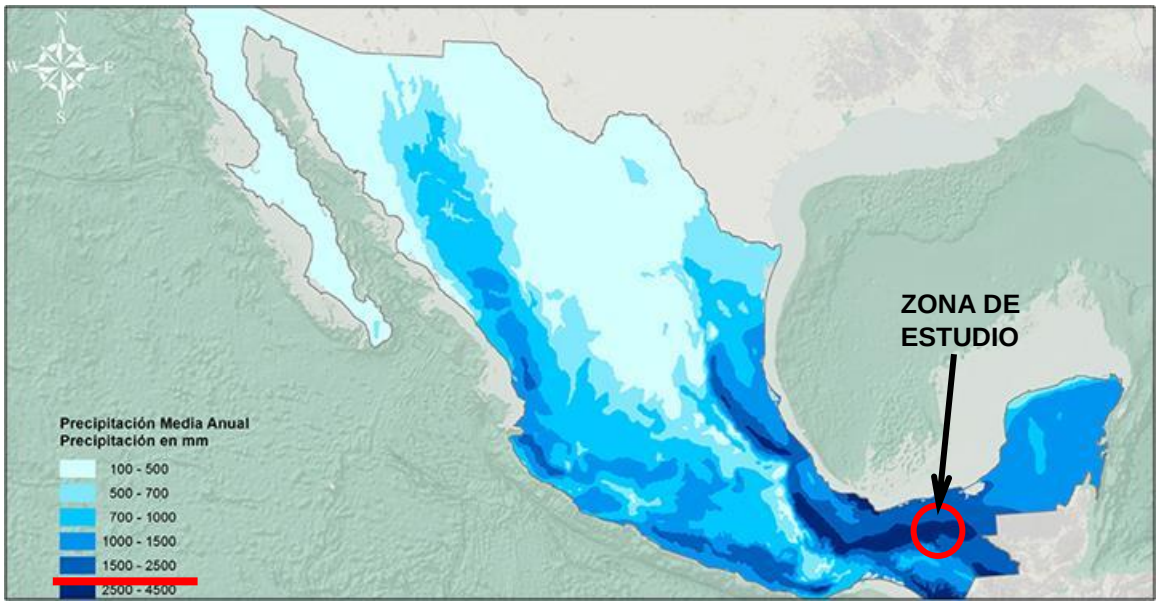


Figura 3. Mapa de precipitaciones media de la república mexicana (Fuente Inegi).

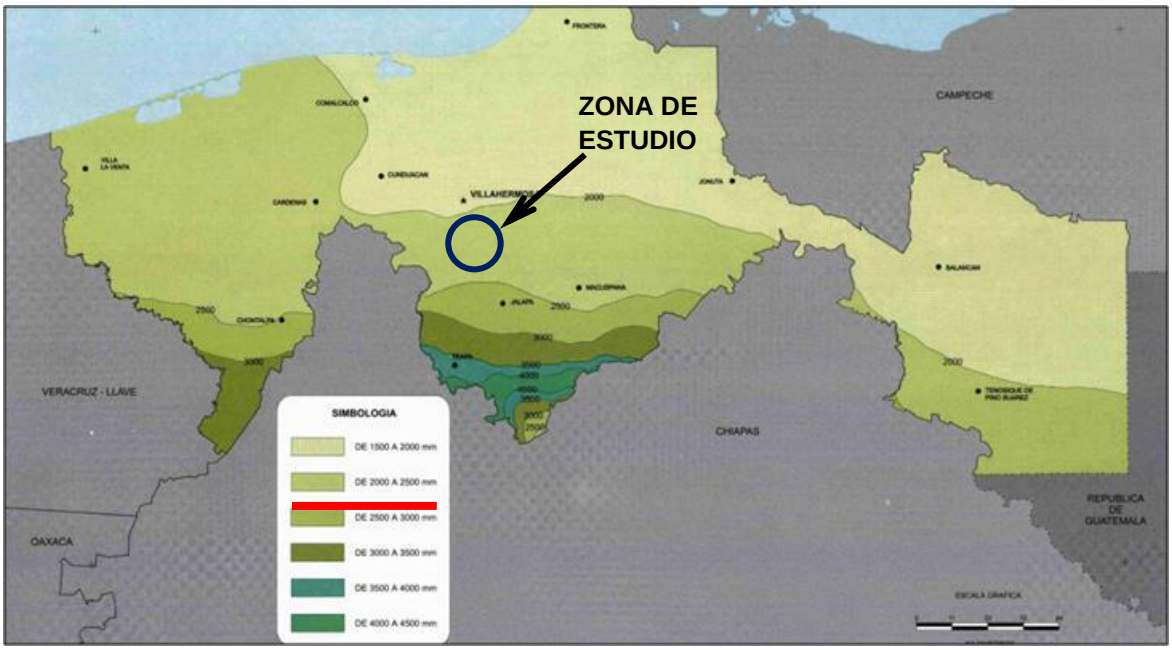


Figura 4. Mapa de precipitaciones media del estado de Tabasco (Fuente Inegi).

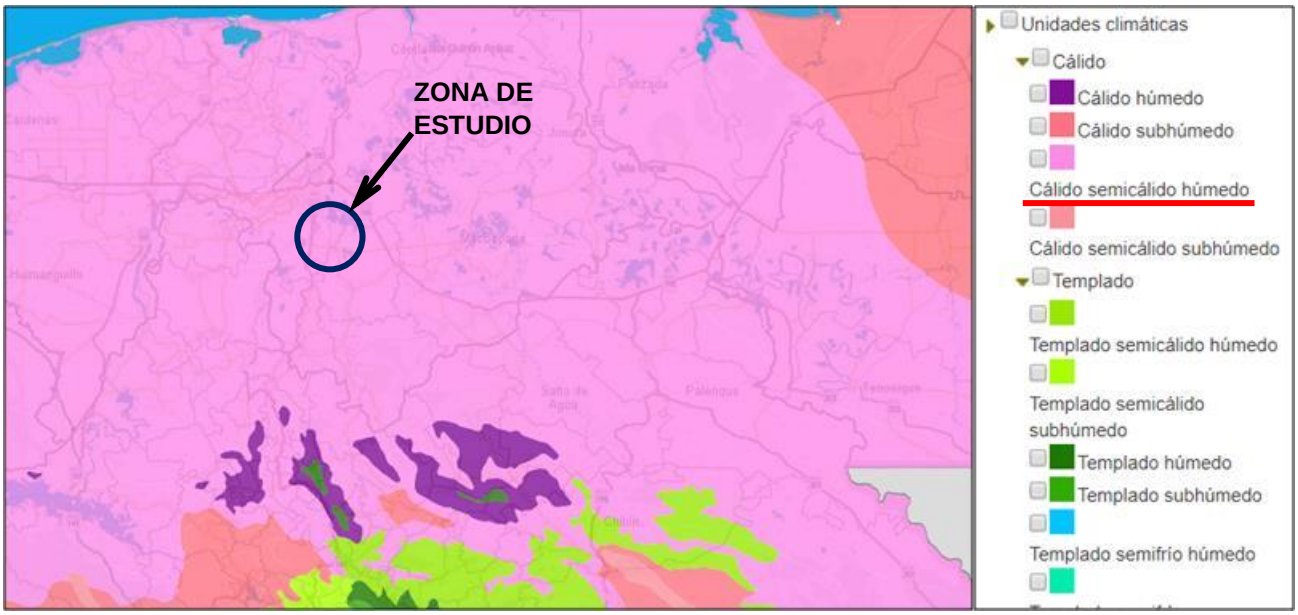


Figura 5. Mapa Climatológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

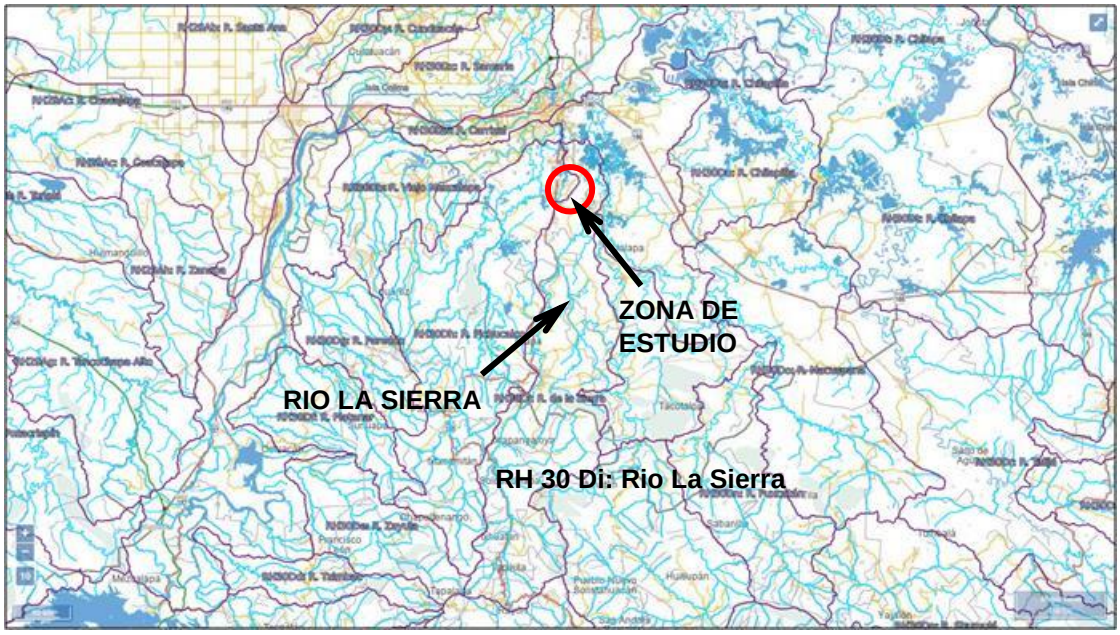


Figura 6. Mapa Hidrológico General de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 7. Mapa de Fisiografia de la zona de estudio (Fuente Inegi).

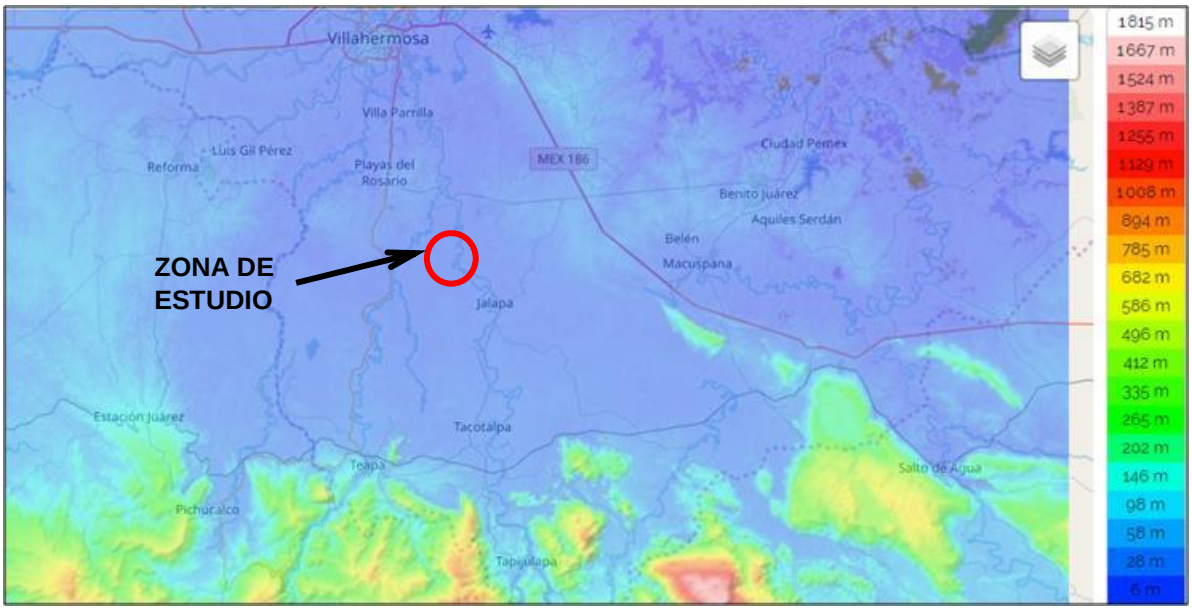


Figura 8. Mapa de relieve de la zona de estudio (Fuente Inegi).



Figura 9. Mapa edafológico de la zona de estudio (Fuente Inegi).

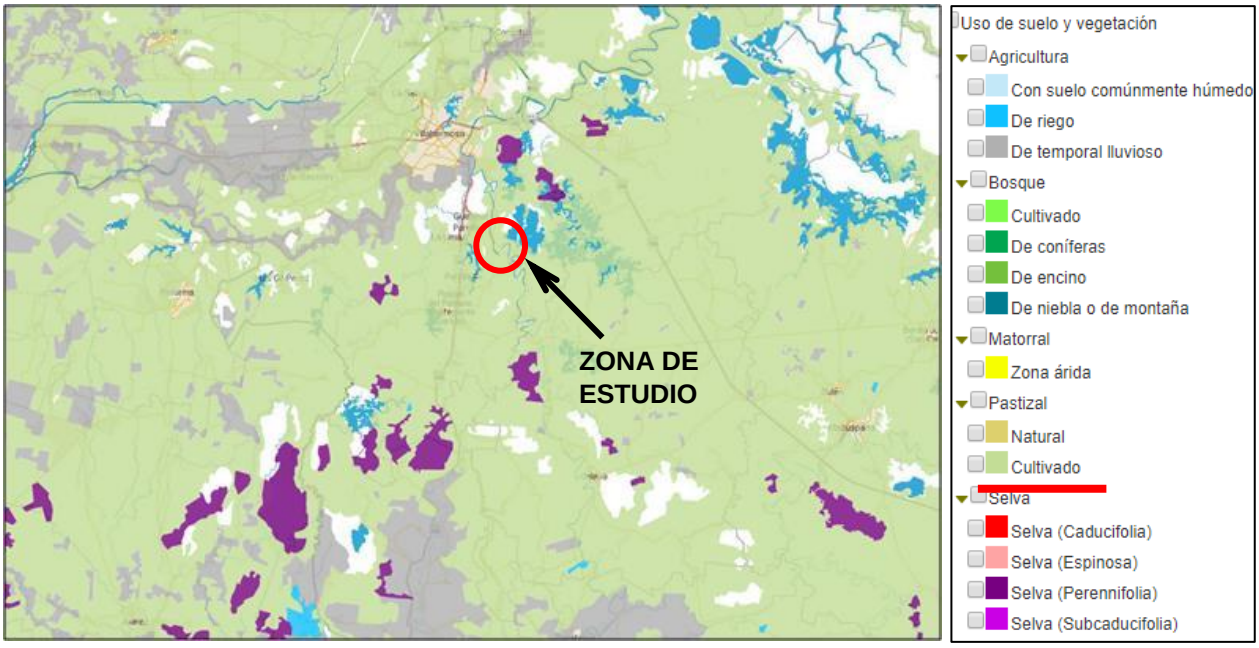


Figura 10. Mapa de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio (Fuente Inegi).

5. Objetivos.

El objetivo General del contrato es: realizar los trabajos necesarios de campo y gabinete requeridos para integrar de manera satisfactoria el "**ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO LA SIERRA EN LA RANCHERÍA TORNO LARGO PRIMERA SECCIÓN (TRAMO II), MUNICIPIO DE CENTRO, ESTADO DE TABASCO**" de acuerdo a la normatividad vigente.

Como parte del presente informe, se planteó un objetivo particular:

Elaborar el informe de hidráulica fluvial completo desde el análisis hidrológico, hidráulica en condiciones actuales, en condiciones con obras propuestas, determinación de velocidades permisibles y socavaciones general y local para la obras que se definieron serian el proyecto ejecutivo.

Objetivos desglosados:

- Realizar la visita al sitio de estudio para ver físicamente las condiciones hidráulicas.
- Resumir el estudio hidrológico realizado.
- Resumir el estudio hidráulico en condiciones actuales realizado.
- Resumir el estudio hidráulico con las obras propuestas.
- Resumir el estudio de determinación de velocidades permisibles.
- Resumir el estudio de determinación de socavaciones general y local.
- Dar las conclusiones y recomendaciones.

6. Análisis Hidrológico.

6.1. Determinación de gastos de la estación hidrométrica.

Se localizó una estación hidrométrica sobre el cauce del rio La Sierra con el número **30016** nombrada como **Pueblo Nuevo** precisamente ubicada en el poblado Pueblo Nuevo, ubicado aproximadamente a 18 km del tramo de estudio siguiendo el curso del rio.

Para asociar la información de los gastos máximos anuales a periodos de retorno se realizó los ajustes mediante las funciones de distribución de probabilidad. Para definir cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos de la estación hidrométrica sobre el rio La Sierra, se calcula el error cuadrático de cada una.

Para realizar esto de una manera confiable y con mayor precisión, se usó el software de función de distribución llamado **AX+B**.

A continuación se describirá brevemente los pasos realizados para obtener resultados con el software AX+B:

- Se importaron los datos de la estación hidrométrica al programa mediante el listado de la tabla 2 de los gastos máximos anuales.

- Inmediatamente el programa muestra los cálculos según la configuración que se le dio; años de periodo de retorno, funciones a utilizar, pruebas de bondad de ajustes a usar y otros parámetros.

- El programa nos proporciona los resultados de cálculo en el orden de menor error y se extrapolan datos de cada método para obtener la tabla de periodos de retorno y gastos.

A continuación se presenta el reporte general de las pruebas de bondad de cada una de las funciones que calcula el programa, y posteriormente el reporte particular de cálculo de la función con menores errores, su gráfica de ajuste y la tabla de resultados de gastos por periodos de retorno.

Tabla 2. Registro histórico de gastos en la estación Pueblo Nuevo.

Año	Gasto (m3/s)	Año	Gasto (m3/s)
1948	787.88	1981	937.40
1949	722.14	1982	878.49
1950	703.00	1983	686.66
1951	722.29	1984	877.45
1952	883.75	1985	623.01
1953	746.62	1986	870.55
1954	692.50	1987	707.88
1955	785.75	1988	878.32
1956	734.00	1989	984.55
1957	742.00	1990	1270.14
1958	774.25	1991	680.83
1959	742.88	1992	1012.06
1960	749.13	1993	720.58
1961	908.19	1994	685.94
1962	919.25	1995	833.11
1963	887.62	1996	860.93
1964	937.32	1997	774.70
1965	824.75	1998	825.17
1966	835.25	1999	881.19
1967	917.22	2000	784.32
1968	896.51	2001	873.29
1969	904.61	2002	734.11
1970	873.11	2003	881.64
1971	789.90	2004	740.52
1972	800.50	2005	686.48
1973	896.43	2006	712.23
1974	822.07	2008	978.97
1975	863.28	2009	488.45
1976	807.01	2010	1440.97
1977	848.58	2011	1499.58
1978	918.04	2012	792.43
1979	895.52	2013	838.25
1980	832.66	2014	972.87

Reporte de resultados del programa Ax+B

Resumen de ajuste

Función	EEA	Orden	Kolmogorov	Orden 2	Anderson Darling	Orden 3	Ji Cuadrado	Orden 4	Nash-Sutcliffe	Orden 6
Gumbel doble (MC)	50.56	1	0.13	13	1.18	8	0.91	10	0.88	11
Frechet (Momentos)	51.42	2	0.1	3	1.72	11	0.63	1	0.9	2
Gumbel doble (Momentos)	52.12	3	0.13	12	2.41	18	0.86	8	0.89	8
Log Normal doble de dos parámetros (MV)	52.14	4	0.09	1	1.33	10	0.64	2	0.91	1
Frechet doble (Momentos)	53.57	5	0.13	11	0	1	0.84	5	0.88	10
Log Normal de tres parámetros (Momentos)	53.59	6	0.11	5	0	2	0.7	3	0.89	7
Gumbel doble (ML)	54.25	7	0.12	9	1.91	12	0.82	4	0.88	9
Gamma de tres parámetros (MV)	56.92	8	0.13	14	2.11	15	0.98	12	0.86	18
Exponencial de dos parámetros (Momentos)	57.09	9	2.34	27	4.84	23	2.45	17	0.85	21
Gumbel (MV)	57.51	10	0.12	7	1.23	9	0.86	9	0.89	6
Gumbel (Momentos)	57.52	11	0.11	6	0.28	6	0.86	7	0.89	4
Gamma de tres parámetros (Momentos)	57.73	12	0.16	22	24.91	27	1.22	14	0.84	22
Gumbel (ME)	57.89	13	0.1	4	0.04	5	0.86	6	0.89	3
Gumbel (ML)	59.72	14	0.09	2	0.46	7	0.94	11	0.89	5
Gumbel doble (MV)	64.6	15	0.15	21	2.22	16	1.2	13	0.86	17
Log Normal de dos parámetros (Stigth)	64.7	16	0.14	18	1.98	14	1.78	15	0.87	15
Log Normal de dos parámetros (Momentos)	64.7	17	0.14	17	1.92	13	1.78	16	0.87	16
Log Normal de dos parámetros (MV)	65.81	18	0.12	8	2.28	17	3.43	19	0.88	12
Gamma de dos parámetros (Momentos)	67.71	19	0.15	20	2.81	19	3.17	18	0.85	20
Gamma de dos parámetros (MV)	67.95	20	0.14	15	3.14	20	7.15	22	0.87	14
Gamma de dos parámetros (ML)	69.45	21	0.12	10	3.44	21	17.24	24	0.87	13
Normal (Momentos/MV)	73.67	22	0.16	23	4.82	22	28.16	25	0.82	23
Normal (ML)	73.88	23	0.14	16	4.98	24	573.01	26	0.85	19
Gumbel (MC)	76.87	24	0.14	19	0	3	4.65	20	0.81	24
Exponencial de dos parámetros por (MV)	188.58	25	0.39	24	6.79	26	5.94	21	-0.5	25
Exponencial de un parámetro (Momentos)	619.06	26	0.51	25	5.08	25	11.3	23	-46.56	26
Log Normal de tres parámetros (MV)	876.66	27	0.99	26	0	4	--	27		27

Figura 11. Reporte de resultados de las funciones de la estación hidrométrica Pueblo Nuevo.

Función: Gumbel doble (MC)

Tabla de parámetros

Alfa 1	Beta 1	Alfa 2	Beta 2	p
60.62	**760.70**	**179.75**	**962.46**	**0.80**

Periodo de retorno (años)	Dato	Calculado	Error cuadrático	Probabilidad real	Probabilidad teórica
67	1499.58	1418.66	6548.36	0.01	0.01
33.5	1440.97	1287.92	23422.67	0.03	0.01
22.33	1270.14	1207.99	3862.05	0.04	0.03
16.75	1012.06	1150.26	19097.11	0.06	0.12
13.4	984.55	1104.47	14380.3	0.07	0.14
11.17	978.97	1066.83	7718.3	0.09	0.14
9.57	972.87	1035.3	3898.57	0.1	0.14
8.38	937.4	1008.66	5079.34	0.12	0.18
7.44	937.32	985.98	2367.22	0.13	0.18
6.7	919.25	966.55	2237.66	0.15	0.2
6.09	918.04	949.94	1017.98	0.16	0.2
5.58	917.22	935.43	331.53	0.18	0.2
5.15	908.19	922.73	211.58	0.19	0.21
4.79	904.61	911.39	45.92	0.21	0.22
4.47	896.51	901.28	22.77	0.22	0.23
4.19	896.42	892.16	18.16	0.24	0.23
3.94	895.52	883.87	135.81	0.25	0.23
3.72	887.62	876.27	128.86	0.27	0.25
3.53	883.75	869.26	209.86	0.28	0.25
3.35	881.64	862.76	356.55	0.3	0.26
3.19	881.19	856.68	600.48	0.31	0.26
3.05	878.49	850.99	756.44	0.33	0.26
2.91	878.32	845.62	1069.84	0.34	0.26
2.79	877.44	840.53	1362.4	0.36	0.27
2.68	873.29	835.71	1412.3	0.37	0.27
2.58	873.11	831.1	1764.91	0.39	0.28
2.48	870.55	826.7	1923.42	0.4	0.28
2.39	863.28	822.47	1665.22	0.42	0.3
2.31	860.93	818.43	1806.75	0.43	0.3
2.23	848.58	814.5	1161.15	0.45	0.33

2.16	838.25	810.71	758.77	0.46	0.37
2.09	835.25	807.03	796.42	0.48	0.37
2.03	833.11	803.45	879.62	0.49	0.38
1.97	832.66	799.96	1068.75	0.51	0.38
1.91	825.16	796.56	818.11	0.52	0.41
1.86	824.75	793.23	992.95	0.54	0.41
1.81	822.07	789.97	1029.92	0.55	0.42
1.76	807.01	786.77	409.53	0.57	0.48
1.72	800.5	783.62	284.86	0.58	0.51
1.68	792.43	780.51	141.94	0.6	0.54
1.63	789.9	777.45	155.14	0.61	0.55
1.6	787.88	774.41	181.28	0.63	0.56
1.56	785.75	771.38	206.33	0.64	0.57
1.52	784.32	768.4	253.69	0.66	0.58
1.49	774.7	765.42	86.05	0.67	0.63
1.46	774.25	762.46	139.05	0.69	0.63
1.43	749.12	759.49	107.44	0.7	0.75
1.4	746.62	756.52	97.92	0.72	0.77
1.37	742.88	753.53	113.59	0.73	0.78
1.34	742	750.53	72.69	0.75	0.79
1.31	740.52	747.49	48.6	0.76	0.79
1.29	734.11	744.42	106.3	0.78	0.82
1.26	734	741.29	53.1	0.79	0.82
1.24	722.29	738.09	249.49	0.81	0.87
1.22	722.14	734.81	160.69	0.82	0.87
1.2	720.58	731.44	117.96	0.84	0.88
1.18	712.23	727.96	247.24	0.85	0.91
1.16	707.88	724.32	270.43	0.87	0.92
1.14	703	720.46	304.99	0.88	0.94
1.12	692.5	716.38	570.36	0.9	0.96
1.1	686.66	711.98	641	0.91	0.97
1.08	686.48	707.15	427.15	0.93	0.97
1.06	685.94	701.7	248.33	0.94	0.97
1.05	680.83	695.3	209.2	0.96	0.98
1.03	623.01	687.29	4132.09	0.97	1
1.02	488.45	675.4	34951.36	0.99	1

Figura 12. Resultados de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

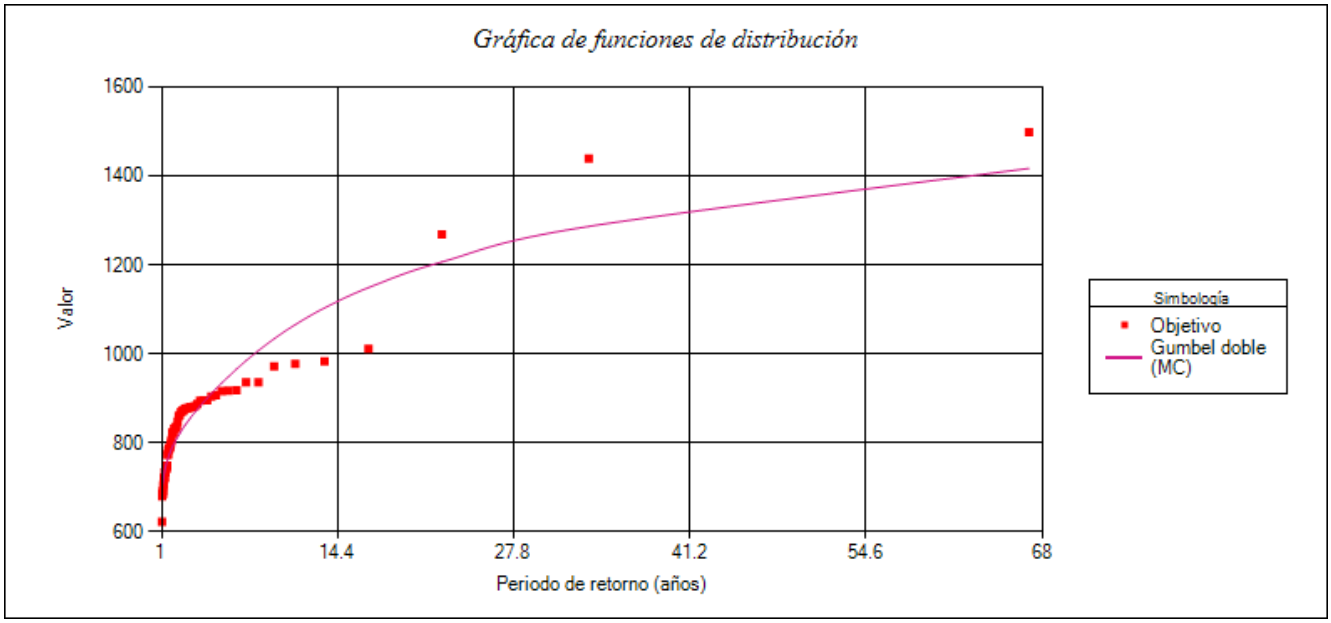


Figura 13. Resultados de la gráfica de función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

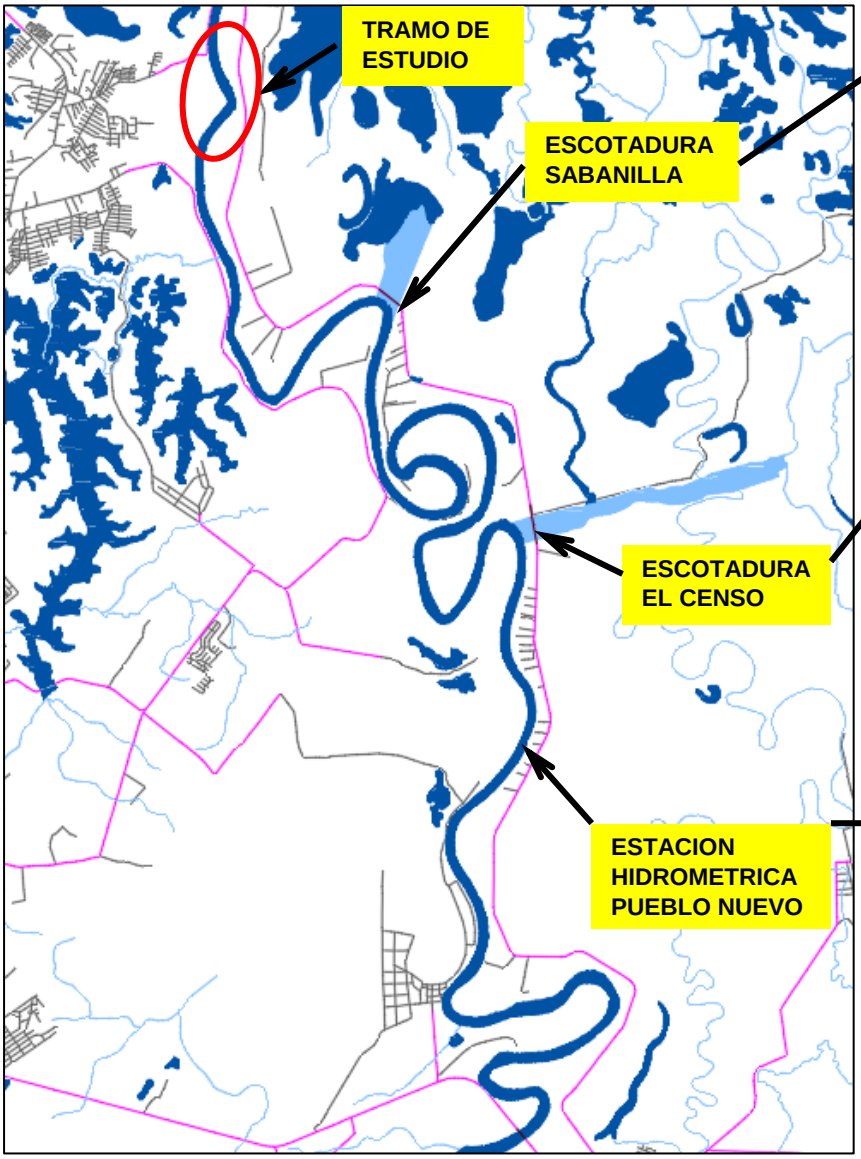
De la función de Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) se extrae la información de gastos y periodos de retorno de ese resultado.

Tabla 3. Resultados del ajuste de datos de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

6.2. Determinación de gastos de los desvíos por escotaduras.

De acuerdo a la información proporcionada de los gastos que salen por los desvíos El Censo y Sabanilla se tiene el siguiente esquema:



Tr	Gasto (m3/s)
2	**68.77**
5	**107.91**
10	**141.72**
25	**190.24**
50	**225.52**
100	**259.49**
500	**335.67**
1000	**367.86**

Tr	Gasto (m3/s)
2	**410.29**
5	**481.67**
10	**551.01**
25	**655.30**
50	**732.16**
100	**806.72**
500	**975.70**
1000	**1047.75**

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

6.3. Determinación de gastos por cuenca propia.

Posteriormente al análisis de gastos en la estación hidrométrica Pueblo Nuevo, se procede a determinar los escurrimientos por lluvia del tramo que va desde la estación analizada hasta el inicio del tramo de proyecto donde comenzara el modelo hidráulico.

Esto con la finalidad de complementar los gastos en la cuenca total, en la cual se tendrá que realizar un balance entre lo que pasa por el punto de la estación Pueblo Nuevo, lo que se le va sumando de escurrimientos de lluvia por cuenca propia hasta llegar a las escotaduras El Censo y Sabanilla, restándole lo que se va por estos desvíos, y finalmente del gasto que continua posterior al último desvió se le suma los escurrimientos pluviales restantes de cuenca propia hasta el punto de inicio del tramo.

Se identificaron 4 estaciones cercanas (figura 14) pero solo 1 tiene influencia sobre la cuenca propia restante en el tramo de estudio (tabla 4 y 5), se realiza un listado de las precipitaciones máximas presentadas en cada año de cada una de ellas, estos datos son tomados de la página oficial de CONAGUA.

Tabla 4. Datos de las estaciones climatológicas

Área total de la cuenca (km2)		Nombre de la estación	Número de la estación	Área de influencia de la estación (km2)	Coordenadas UTM en X	Coordenadas UTM en Y	Registro de lluvias máximas en 24 horas	Periodo de años
2.07	1	Playas del Rosario	27092	2.07	507,394.50	1´974,037.60	1983-2019	36 años

Al final del informe se anexara la información de datos de lluvias de las estaciones climatológicas extraídas de la página oficial de Conagua, mismas que se vaciaran en una tabla que servirá para fines del estudio.

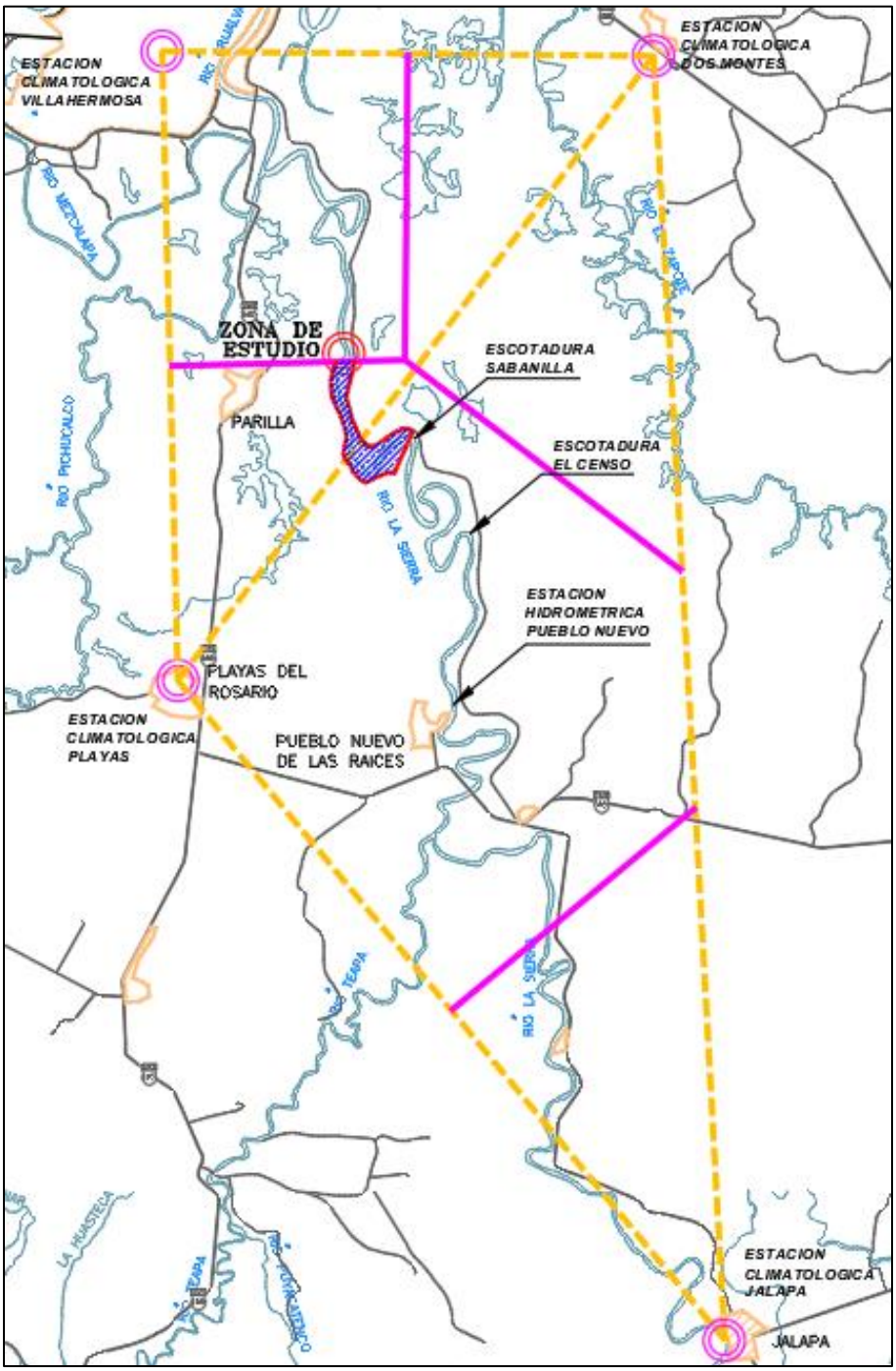


Figura 14. Polígonos de Thiesen para obtener las áreas de influencia de las estaciones climatológicas.

Tabla 5. Datos de la estación climatológica Playas del Rosario.

AÑO	mm	AÑO	mm	AÑO	mm	AÑO	mm
1981		1991	100.90	2001	192.00	2011	190.00
1982		1992	162.00	2002	198.00	2012	110.00
1983	57.00	1993	68.00	2003	204.00	2013	144.00
1984		1994	65.00	2004	104.00	2014	111.00
1985		1995	130.00	2005	170.00	2015	162.00
1986		1996	123.00	2006	195.00	2016	45.00
1987	38.20	1997	130.00	2007	235.00	2017	85.00
1988	80.20	1998	143.00	2008	219.00	2018	65.00
1989	52.40	1999	36.00	2009	172.00	2019	45.00
1990	74.30	2000	145.00	2010	148.00	2020	

El resultado se tomara como las curvas I-D-T de diseño, mismas que servirán para continuar con el cálculo de escurrimiento de la cuenca.

Tabla 6. Resultados de las intensidades de diseño para la cuenca en estudio.

Tr	DURACION EN HORAS											
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**
2	38.54	23.05	16.95	13.61	11.47	9.96	8.85	7.98	7.28	6.71	6.24	5.83
5	47.66	28.50	20.96	16.83	14.18	12.32	10.94	9.87	9.01	8.30	7.71	7.21
10	54.56	32.63	24.00	19.26	16.23	14.10	12.52	11.30	10.31	9.50	8.83	8.25
25	63.68	38.08	28.01	22.48	18.94	16.46	14.62	13.18	12.04	11.09	10.30	9.63
50	70.58	42.21	31.04	24.92	20.99	18.24	16.20	14.61	13.34	12.29	11.42	10.67
100	77.48	46.33	34.08	27.35	23.05	20.03	17.78	16.04	14.64	13.50	12.54	11.72
500	93.49	55.91	41.12	33.01	27.81	24.17	21.46	19.36	17.67	16.29	15.13	14.14
1000	100.39	60.04	44.16	35.44	29.86	25.95	23.04	20.78	18.97	17.49	16.24	15.18

6.3.1. Graficas de las curvas I_d^T de las estaciones pluviométricas.

Finalmente se grafican las duraciones (d) en las abscisas e intensidades (I_d^T) en las ordenadas y la curva representada corresponde a un período de retorno, de tal forma que las gráficas de las curvas IDT representan la intensidad media en intervalos de diferente duración, correspondiendo todos los de una misma curva, a un idéntico período de retorno.

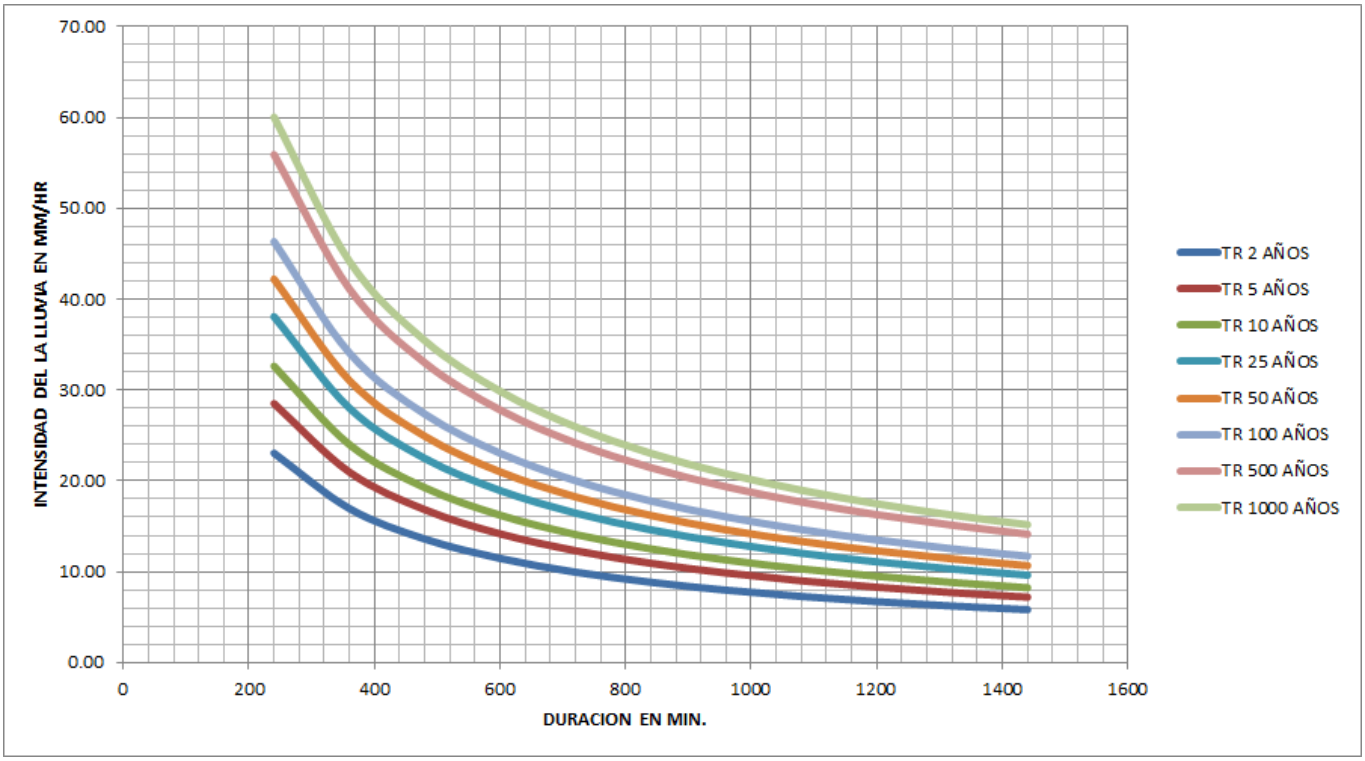


Figura 15. Curva I-D-T de la estación de diseño.

Posterior a calcular el escurrimiento de un área tributaria de toda la cuenca propia general que se tiene en el tramo, se procede a obtener entonces el escurrimiento por unidad de área en este caso por km2, para simplemente multiplicarla por el área total de la cuenca propia y obtener así los volúmenes de lluvia generadas en la zona para cada periodo de retorno.

A continuación se presenta la tabla ya con los resultados obtenidos.

Tabla 7. Tabla de escurrimientos totales por periodos de retorno para la cuenca propia.

PERIODO DE RETORNO	ESCURRIMIENTO DE TRIBUTARIO (m3/s)	AREA DEL TRIBTARIO	ESCURRIMIENTO POR KM2 (m3/s)	AREA DE LA CUENCA PROPIA KM2	ESCURRIMIENTO TOTAL (m3/s)
2	0.33	0.382	0.86	2.07	1.77
5	0.72	0.382	1.88	2.07	3.90
10	1.09	0.382	2.86	2.07	5.93
25	1.67	0.382	4.38	2.07	9.07
50	2.17	0.382	5.67	2.07	11.74
100	2.70	0.382	7.07	2.07	14.63
500	4.07	0.382	10.66	2.07	22.06
1000	4.71	0.382	12.33	2.07	25.51

6.4. Balance hidrológico para determinación de gastos en el tramo de estudio.

Tabla 8. Resultados finales del balance hídrico en el tramo de estudio.

Tr	Hidrométrica Pueblo Nuevo	Precipitaciones cuenca propia	Sumatoria de Gastos	Gastos desviados por escotaduras	Gastos finales en el tramo
Años	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)	Gasto (m3/s)
2	801.70	1.77	803.47	479.06	**324.41**
5	918.00	3.90	921.90	589.58	**332.32**
10	1044.18	5.93	1050.11	692.73	**357.38**
25	1230.75	9.07	1239.82	845.54	**394.28**
50	1364.43	11.74	1376.17	957.68	**418.49**
100	1493.60	14.63	1508.23	1066.21	**442.02**
500	1786.26	22.06	1808.32	1311.37	**496.95**
1000	1911.60	25.51	1937.11	1415.61	**521.50**

7. Análisis hidráulico unidimensional de comportamiento del cauce en condiciones actuales.

7.1. Metodología del cálculo.

Para el análisis hidráulico usando el modelo unidimensional se empleó un programa de cálculo especializado en obtener los perfiles hidráulicos de los cauces. Este programa fue desarrollado por el Centro de Ingeniería del Cuerpo de la Armada de los Estados Unidos de Norteamérica y permite simular flujo permanente unidimensional y no permanente en cauces a cielo abierto.

Su procedimiento de cálculo está basado en la solución de la ecuación de energía en una dimensión. Las pérdidas de energía se evalúan por fricción de acuerdo con la ecuación de Manning, en el caso de que el perfil de la superficie libre del agua sea rápidamente variado, el software tiene la opción de utilizar la ecuación de momento, esta situación incluye el cálculo de flujo mixto.

El programa analiza y calcula mediante ecuaciones, entre dos secciones, es decir a partir de los resultados de una sección calcula el siguiente y así sucesivamente, hasta contar con los parámetros hidráulicos necesarios para revisión y diseño.

La ecuación que se resuelve entre cada dos secciones es la siguiente:

$$ws_2 = ws_1 + \frac{1}{2g}(\propto_1 U_1^2 - \propto_2 U_2^2) + h_e$$

Los perfiles son calculados de una sección transversal a la siguiente por medio de la solución de la ecuación de energía con un procedimiento iterativo llamado método del paso estándar.

La información de entrada que requiere el modelo matemático son las secciones transversales del río, obtenidas de los levantamientos topográficos. Estas secciones se formatearon y se agregaron de acuerdo a como se requiere en el modelo, formando el cauce por simular. Una vez formado el cauce, se adicionaron las condiciones de frontera al modelo, para iniciar con las simulaciones hidráulicas.

Con los resultados obtenidos se generaron tablas donde se muestran las principales características hidráulicas del rio La Sierra.

En el desarrollo de este documento se describe detalladamente el análisis hidráulico efectuado, los resultados obtenidos y las principales conclusiones derivadas del estudio.

7.2. Condiciones generales.

Posterior a las visitas de campo, se dio inicio con los trabajos de topografía, que consistieron principalmente en realizar un levantamiento detallado de la zona de estudio, tanto en la zona de tierra como en la zona del rio La Sierra donde se obtuvieron secciones topo batimétricas, por ambas márgenes.

Durante los levantamientos topográficos se obtuvo el gradiente hidráulico mediante lecturas de elevaciones las secciones de inicio del tramo y el final.

Tabla 9. Elevación de la lámina de agua en el cauce del rio.

Sitio	Cadenamiento	Elevación (msnm)
Cauce del rio	2+000	3.03
	0+000	2.70

Los cadenamientos están referidos a la poligonal de apoyo que fue trazado sobre la margen derecha del rio. Las lecturas se obtuvieron simultáneas para obtener la elevación del espejo del agua en un mismo instante y determinar con ello la pendiente del gradiente hidráulico y aplicarlo en el modelo como una condición inicial.

7.3. Condiciones de frontera y parámetros utilizados.

Como condición de frontera aguas abajo en el cauce se consideró el tirante normal (tabla 4).

Tabla 10. Elevación de la lámina de agua en el cauce del rio.

Corriente	Pendiente Tirante Normal (S)
	Aguas Abajo
Cauce del rio	**0.000165 m/m**

Para definir las pendientes que se muestran en la tabla, se obtuvieron en un mismo instante los niveles del espejo del agua por sitio, es decir el valor de la pendiente mostrado en la tabla corresponden al de la pendiente del perfil hidráulico del cauce en los tramos en estudio.

El análisis hidráulico se realizó mediante flujo permanente y régimen fluvial sub-crítico.

Para definir el gasto de diseño del cauce se utilizaron todos los gastos del resultado del estudio hidrológico, para poder encontrar el gasto formativo (antes del desborde) en la zona de estudio.

Las secciones ingresadas al programa, definen las distancias de la sección adelante, sobre la margen izquierda, el centro y la margen derecha; en esta etapa se considera la curvatura del cauce es decir, el lado por dentro de la curva es más corto que la curva externa.

De esta manera se ingresa el coeficiente de Manning para el cauce, el cual se obtuvo de la tabla de rugosidades propuesta por Chow agrupando el modelo en Manning de 0.030 ubicado en el perímetro mojado del cauce; las llanuras de inundación, tienen coeficiente de 0.050 los cuales se pueden observar en tabla 12, debido a que es el que se usa normalmente para las llanuras.

Valores del Coeficiente de Manning (*n*)

Perímetro mojado	n	Perímetro mojado	n
Canales naturales		Canales artificiales	
Limpios y rectos	0.030	Vidrio	0.010
Fangoso con piscinas	0.040	Latón	0.011
Ríos	0.035	Acero, suave	0.012
		Acero, pintado	0.014
Llanuras de inundación		Acero remachado	0.016
Pasto, campo	0.035	Hierro fundido	0.013
Matorrales baja densidad	0.050	Concreto terminado	0.012
Matorrales alta densidad	0.075	Concreto sin terminar	0.014
Árboles	0.150	Madera cepillada	0.012
		Baldosa arcilla	0.014
Canales de tierra		Ladrillo	0.015
Limpio	0.022	Asfalto	0.016
Grava	0.025	Metal corrugado	0.022
Maleza	0.030	Madera no cepillada	0.013
Piedra	0.035		

Figura 16. Coeficientes de rugosidad de manning (n).

7.4. Modelo hidráulico y su tránsito de avenidas.

Con base en las secciones topo-batimétricas del cauce sobre las secciones que van de las estaciones 0+000 a la 2+000 (2.00 km), las condiciones de frontera y los gastos definidos se procedió a realizar la simulación unidimensional del tramo de estudio con el software llamado HEC-RAS.

La modelación matemática se ejecuta una vez importado al programa la geometría del cauce, e introducido los parámetros que se usaran como lo son, los gastos de cada periodo de retorno, el gradiente hidráulico o pendiente del flujo, la rugosidad tanto del cauce como de sus llanuras de inundación, entre otras condiciones que pide el programa.

A continuación se mostraran en imágenes la secuencia de modelado, corrida hidráulica en el programa, perfil hidráulico del tránsito de avenidas tablas de los resultados obtenidos por periodo de retorno y posteriormente las secciones transversales con los niveles de todos los Tr simultáneamente.

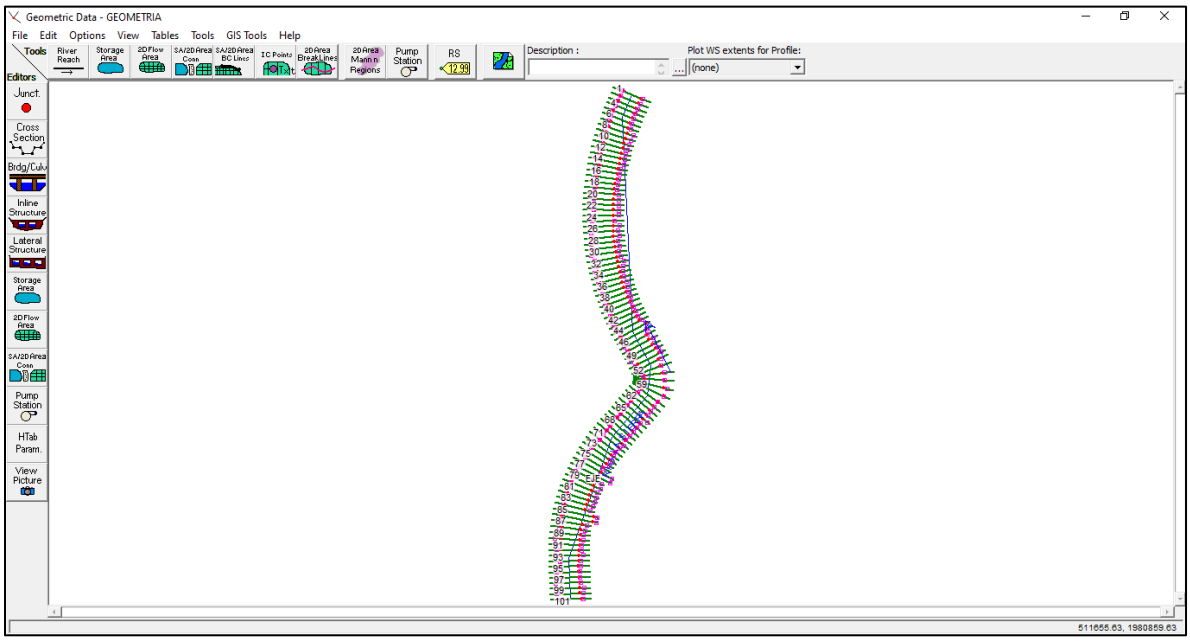


Figura 17. Secciones del rio La Sierra cargadas en el modelo para formar el tramo de estudio.

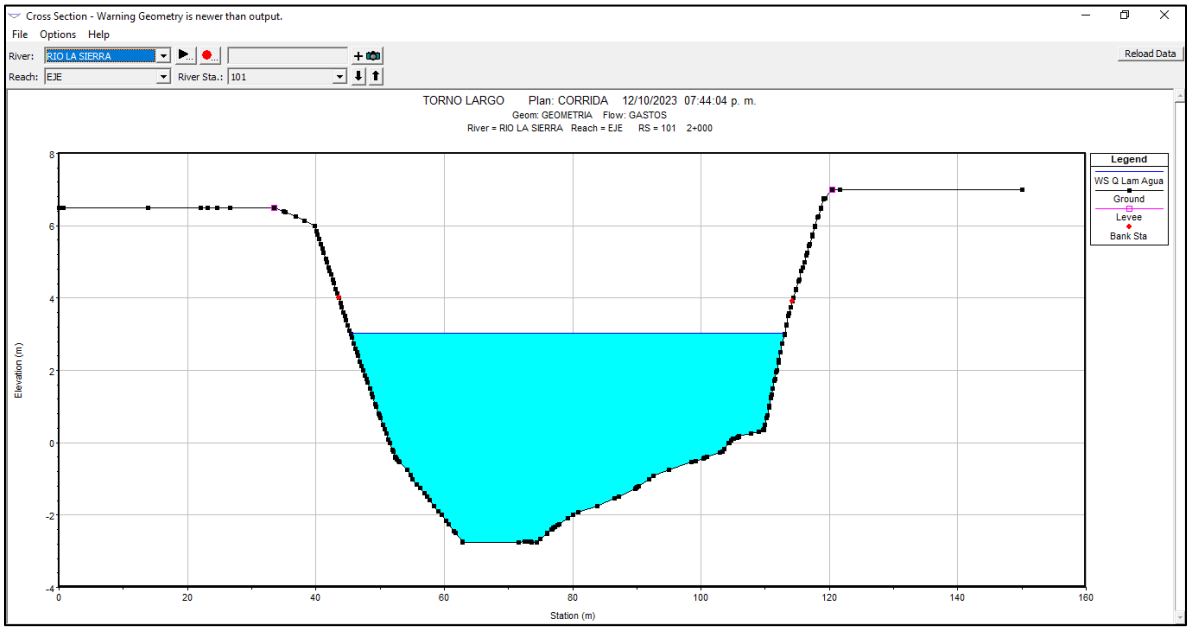


Figura 18. Vista de sección representativa del rio La Sierra en el tramo de estudio.

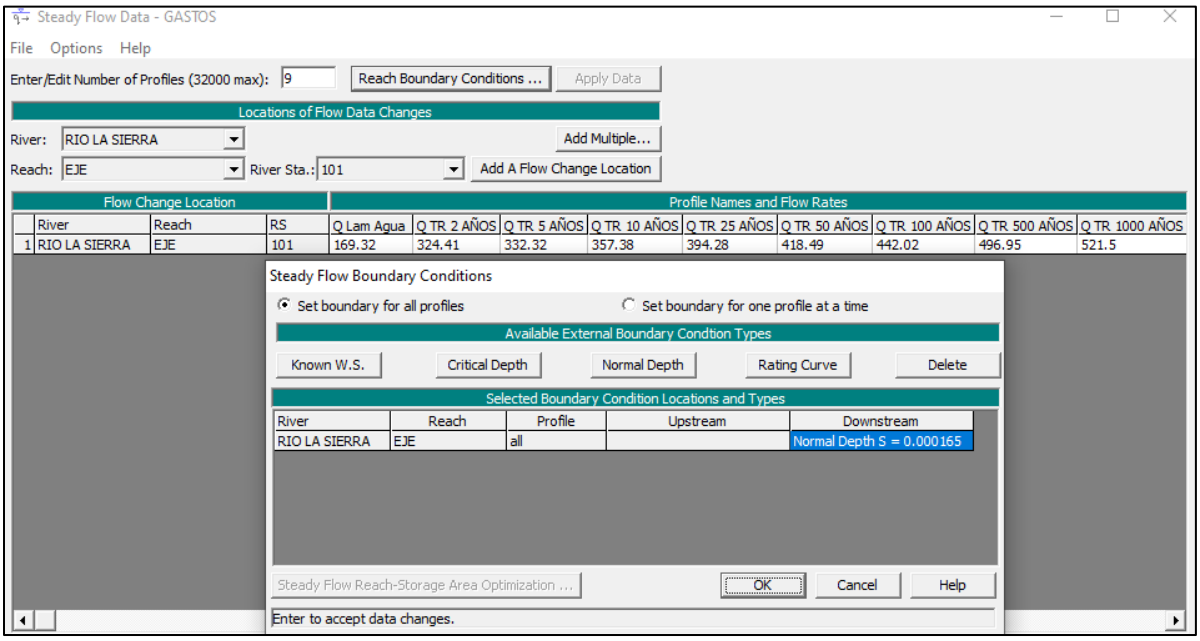


Figura 19. Captura de los datos necesarios de gastos y pendiente inicial para los cálculos.

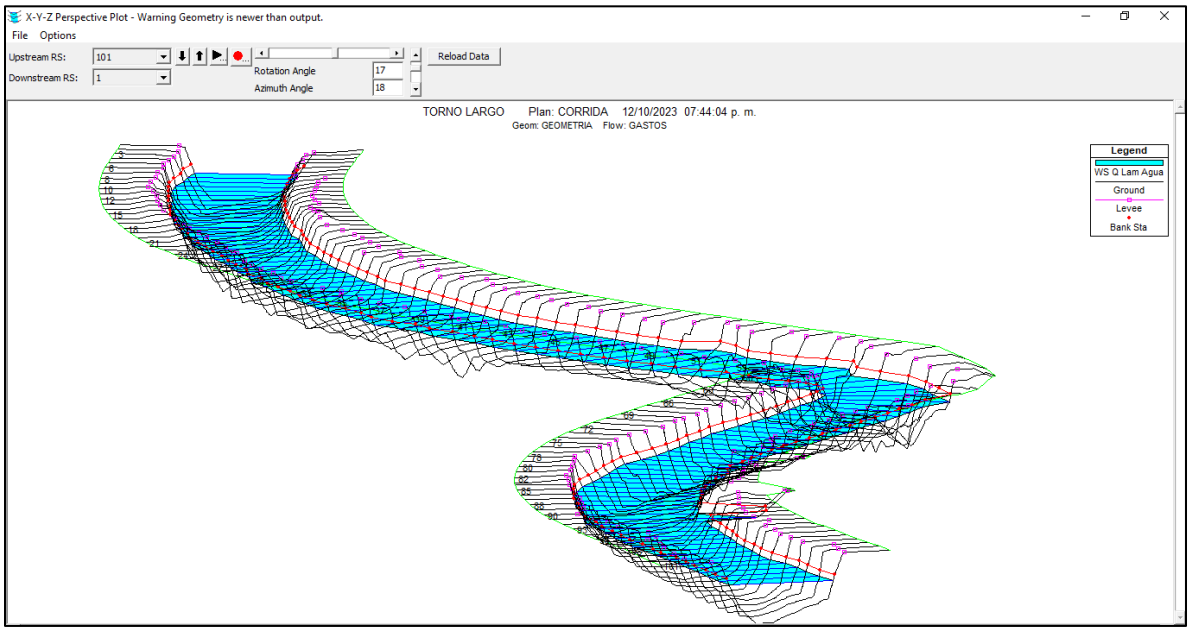


Figura 20. Vista del modelo del tramo de estudio con una longitud de 2.00 km.

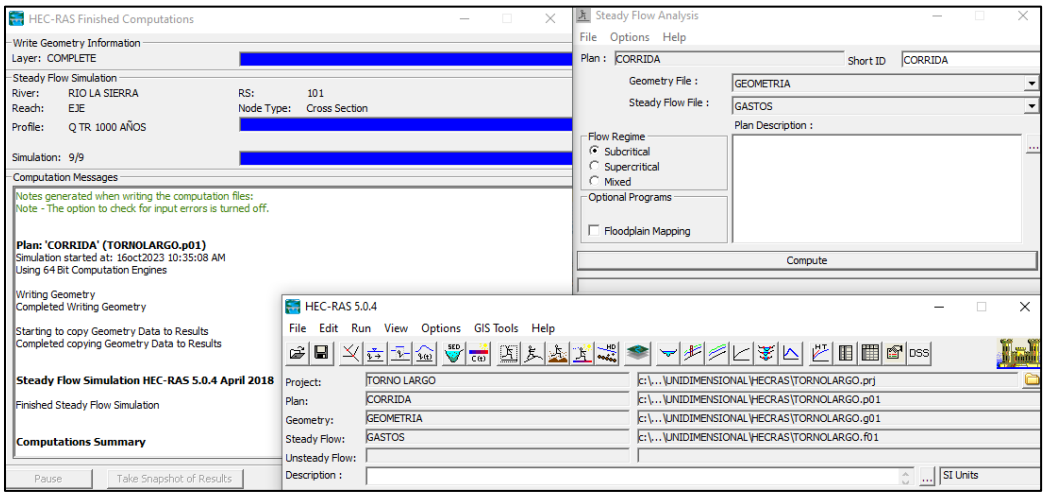


Figura 21. Vista de la corrida computacional del modelo.

7.5. Resultados obtenidos de la corrida hidráulica unidimensional.

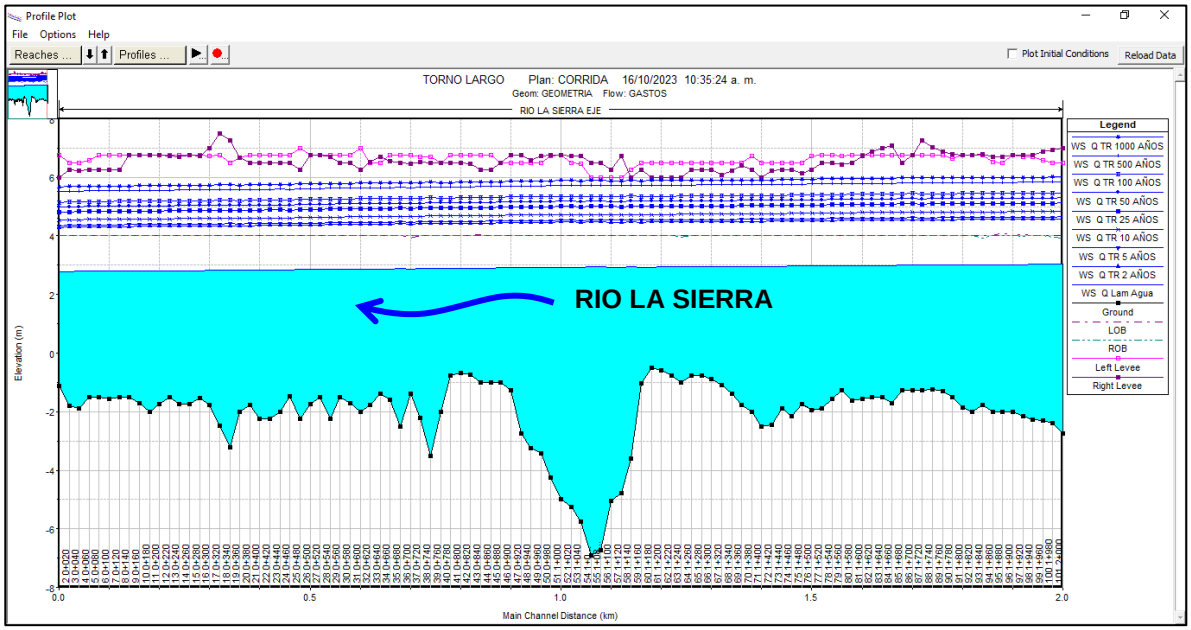


Figura 22. Perfil longitudinal del rio La Sierra con los niveles de agua.

Resultados del modelo hidráulico para el periodo de retorno de 5 años.

SECCION EN HECRAS	ESTACION DEL TRAMO	RUGOSIDAD DE MANNING	GASTO (m3/s)	ELEVACION DE AGUA (msnm)	PROFUNDIDAD MAXIMA (m)	PENDIENTE DEL RIO (m/m)	AREA HIDRAULICA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	ANCHO EFECTIVO (m)	NUMERO DE FROUD
101	2+000	0.030	332.32	4.65	7.40	0.000071	390.23	0.85	73.12	0.12
100	1+980	0.030	332.32	4.64	7.03	0.000088	360.85	0.92	69.71	0.13
99	1+960	0.030	332.32	4.64	6.93	0.000088	357.10	0.93	68.60	0.13
98	1+940	0.030	332.32	4.64	6.91	0.000082	368.70	0.90	69.50	0.12
97	1+920	0.030	332.32	4.64	6.79	0.000079	367.42	0.91	67.24	0.12
96	1+900	0.030	332.32	4.63	6.64	0.000091	346.08	0.96	66.29	0.13
95	1+880	0.030	332.32	4.63	6.63	0.000099	341.71	0.97	66.65	0.14
94	1+860	0.030	332.32	4.63	6.63	0.000087	356.62	0.93	67.53	0.13
93	1+840	0.030	332.32	4.63	6.39	0.000085	360.64	0.92	67.63	0.13
92	1+820	0.030	332.32	4.63	6.63	0.000080	372.47	0.89	69.40	0.12
91	1+800	0.030	332.32	4.63	6.48	0.000081	375.09	0.89	72.60	0.12
90	1+780	0.030	332.32	4.62	6.14	0.000088	366.20	0.91	73.58	0.13
89	1+760	0.030	332.32	4.62	5.91	0.000090	368.88	0.90	75.53	0.13
88	1+740	0.030	332.32	4.62	5.87	0.000095	360.65	0.92	74.59	0.13
87	1+720	0.030	332.32	4.62	5.87	0.000096	367.79	0.90	79.96	0.13
86	1+700	0.030	332.32	4.62	5.88	0.000089	436.91	0.76	117.56	0.12
85	1+680	0.030	332.32	4.62	5.89	0.000103	420.03	0.79	118.51	0.13
84	1+660	0.030	332.32	4.60	6.32	0.000105	353.71	0.94	77.67	0.14
83	1+640	0.030	332.32	4.60	6.10	0.000099	364.54	0.91	79.73	0.13
82	1+620	0.030	332.32	4.60	6.11	0.000086	383.06	0.87	79.49	0.13
81	1+600	0.030	332.32	4.60	6.18	0.000080	390.32	0.85	79.64	0.12
80	1+580	0.030	332.32	4.60	6.23	0.000082	392.81	0.85	82.04	0.12
79	1+560	0.030	332.32	4.59	5.86	0.000097	374.00	0.89	82.24	0.13
78	1+540	0.030	332.32	4.59	6.16	0.000098	369.90	0.90	81.66	0.13
77	1+520	0.030	332.32	4.59	6.48	0.000116	362.22	0.93	106.93	0.14
76	1+500	0.030	332.32	4.58	6.53	0.000114	351.59	0.95	102.21	0.14
75	1+480	0.030	332.32	4.58	6.33	0.000113	346.65	0.96	75.43	0.14
74	1+460	0.030	332.32	4.57	6.74	0.000124	341.50	0.97	79.55	0.15
73	1+440	0.030	332.32	4.57	6.45	0.000133	328.16	1.01	76.65	0.15
72	1+420	0.030	332.32	4.57	7.01	0.000119	332.92	1.00	72.77	0.15
71	1+400	0.030	332.32	4.56	7.06	0.000117	333.34	1.00	70.65	0.15

70	1+380	0.030	332.32	4.56	6.56	0.000114	337.26	0.99	71.30	0.14
69	1+360	0.030	332.32	4.56	6.32	0.000107	349.76	0.95	74.58	0.14
68	1+340	0.030	332.32	4.56	5.95	0.000107	349.70	0.95	74.36	0.14
67	1+320	0.030	332.32	4.56	5.66	0.000107	354.67	0.94	77.50	0.14
66	1+300	0.030	332.32	4.56	5.45	0.000112	349.53	0.95	77.85	0.14
65	1+280	0.030	332.32	4.55	5.31	0.000114	347.19	0.96	77.53	0.14
64	1+260	0.030	332.32	4.55	5.32	0.000120	338.13	0.98	75.64	0.15
63	1+240	0.030	332.32	4.55	5.55	0.000107	352.90	0.94	75.86	0.14
62	1+220	0.030	332.32	4.54	5.30	0.000119	340.26	0.98	75.97	0.15
61	1+200	0.030	332.32	4.54	5.12	0.000117	343.80	0.97	76.36	0.14
60	1+180	0.030	332.32	4.54	5.05	0.000116	346.41	0.96	76.66	0.14
59	1+160	0.030	332.32	4.53	5.58	0.000118	342.08	0.97	76.19	0.15
58	1+140	0.030	332.32	4.54	8.16	0.000079	403.53	0.82	83.85	0.12
57	1+120	0.030	332.32	4.53	9.30	0.000091	365.28	0.91	73.25	0.13
56	1+100	0.030	332.32	4.53	9.58	0.000077	380.23	0.87	70.15	0.12
55	1+080	0.030	332.32	4.54	11.27	0.000038	480.09	0.69	71.78	0.08
54	1+060	0.030	332.32	4.54	11.46	0.000040	468.51	0.71	74.26	0.09
53	1+040	0.030	332.32	4.53	10.28	0.000069	408.50	0.81	79.33	0.11
52	1+020	0.030	332.32	4.54	9.79	0.000044	497.39	0.67	93.13	0.09
51	1+000	0.030	332.32	4.54	9.53	0.000037	513.78	0.65	90.55	0.09
50	0+980	0.030	332.32	4.53	8.77	0.000061	437.35	0.76	86.15	0.11
49	0+960	0.030	332.32	4.52	7.95	0.000074	410.29	0.81	83.83	0.12
48	0+940	0.030	332.32	4.52	7.78	0.000075	411.97	0.81	85.26	0.12
47	0+920	0.030	332.32	4.52	7.26	0.000064	449.73	0.74	95.71	0.11
46	0+900	0.030	332.32	4.52	5.78	0.000079	430.22	0.77	102.37	0.12
45	0+880	0.030	332.32	4.51	5.51	0.000100	377.09	0.88	87.34	0.13
44	0+860	0.030	332.32	4.50	5.50	0.000104	370.19	0.90	85.18	0.14
43	0+840	0.030	332.32	4.50	5.50	0.000110	363.94	0.91	84.72	0.14
42	0+820	0.030	332.32	4.49	5.24	0.000121	351.55	0.95	83.87	0.15
41	0+800	0.030	332.32	4.49	5.17	0.000123	348.97	0.95	83.24	0.15
40	0+780	0.030	332.32	4.49	5.24	0.000117	347.86	0.96	79.41	0.14
39	0+760	0.030	332.32	4.49	6.50	0.000111	354.21	0.94	79.22	0.14
38	0+740	0.030	332.32	4.49	7.99	0.000086	387.17	0.86	81.89	0.13
37	0+720	0.030	332.32	4.48	6.71	0.000108	352.57	0.94	77.55	0.14
36	0+700	0.030	332.32	4.47	5.85	0.000138	332.47	1.00	80.69	0.16

35	0+680	0.030	332.32	4.48	6.98	0.000090	384.62	0.87	84.66	0.13
34	0+660	0.030	332.32	4.47	6.06	0.000113	351.21	0.95	79.60	0.14
33	0+640	0.030	332.32	4.46	5.84	0.000118	346.41	0.96	79.30	0.15
32	0+620	0.030	332.32	4.46	6.24	0.000109	359.02	0.93	81.97	0.14
31	0+600	0.030	332.32	4.46	6.46	0.000099	367.73	0.90	82.21	0.13
30	0+580	0.030	332.32	4.46	6.17	0.000103	360.97	0.92	79.87	0.14
29	0+560	0.030	332.32	4.45	5.96	0.000114	345.27	0.96	76.57	0.14
28	0+540	0.030	332.32	4.45	6.70	0.000105	348.17	0.96	72.95	0.14
27	0+520	0.030	332.32	4.44	5.94	0.000132	326.97	1.02	75.19	0.15
26	0+500	0.030	332.32	4.44	6.18	0.000129	323.86	1.03	70.93	0.15
25	0+480	0.030	332.32	4.44	6.69	0.000105	347.35	0.96	72.61	0.14
24	0+460	0.030	332.32	4.42	5.89	0.000168	291.86	1.14	67.20	0.17
23	0+440	0.030	332.32	4.42	6.44	0.000107	335.00	0.99	66.97	0.14
22	0+420	0.030	332.32	4.42	6.67	0.000112	331.05	1.00	66.77	0.14
21	0+400	0.030	332.32	4.42	6.67	0.000111	331.13	1.00	65.96	0.14
20	0+380	0.030	332.32	4.42	6.19	0.000117	327.09	1.02	67.53	0.15
19	0+360	0.030	332.32	4.41	6.41	0.000128	315.74	1.05	66.66	0.15
18	0+340	0.030	332.32	4.41	7.63	0.000098	348.08	0.96	69.06	0.13
17	0+320	0.030	332.32	4.41	6.89	0.000095	356.99	0.93	71.78	0.13
16	0+300	0.030	332.32	4.40	6.17	0.000123	329.62	1.01	71.33	0.15
15	0+280	0.030	332.32	4.40	5.92	0.000121	330.46	1.01	71.56	0.15
14	0+260	0.030	332.32	4.40	6.15	0.000109	342.45	0.97	72.50	0.14
13	0+240	0.030	332.32	4.40	6.15	0.000106	345.03	0.96	71.92	0.14
12	0+220	0.030	332.32	4.39	5.90	0.000119	334.63	0.99	73.24	0.15
11	0+200	0.030	332.32	4.39	6.14	0.000119	333.00	1.00	72.00	0.15
10	0+180	0.030	332.32	4.39	6.39	0.000118	334.30	0.99	72.19	0.15
9	0+160	0.030	332.32	4.39	6.11	0.000110	341.58	0.97	72.61	0.14
8	0+140	0.030	332.32	4.38	5.88	0.000114	337.72	0.98	72.48	0.14
7	0+120	0.030	332.32	4.38	5.90	0.000116	335.90	0.99	72.42	0.15
6	0+100	0.030	332.32	4.38	5.93	0.000113	340.17	0.98	72.80	0.14
5	0+080	0.030	332.32	4.38	5.88	0.000114	340.23	0.98	73.94	0.14
4	0+060	0.030	332.32	4.38	5.88	0.000105	348.32	0.95	72.28	0.14
3	0+040	0.030	332.32	4.37	6.25	0.000126	324.51	1.02	70.63	0.15
2	0+020	0.030	332.32	4.36	6.17	0.000136	319.11	1.04	71.53	0.16
1	0+000	0.030	332.32	4.35	5.46	0.000165	299.16	1.11	71.40	0.17

Resultados del modelo hidráulico para el periodo de retorno de 100 años.

SECCION EN HECRAS	ESTACION DEL TRAMO	RUGOSIDAD DE MANNING	GASTO (m3/s)	ELEVACION DE AGUA (msnm)	PROFUNDIDAD MAXIMA (m)	PENDIENTE DEL RIO (m/m)	AREA HIDRAULICA (m2)	VELOCIDAD (m/s)	ANCHO EFECTIVO (m)	NUMERO DE FROUD
101	2+000	0.030	442.02	5.48	8.23	0.000079	451.76	0.99	76.11	0.13
100	1+980	0.030	442.02	5.47	7.86	0.000096	419.16	1.06	71.93	0.14
99	1+960	0.030	442.02	5.46	7.75	0.000097	415.39	1.07	71.94	0.14
98	1+940	0.030	442.02	5.46	7.73	0.000090	426.46	1.04	70.93	0.13
97	1+920	0.030	442.02	5.46	7.61	0.000089	423.74	1.05	70.13	0.13
96	1+900	0.030	442.02	5.45	7.46	0.000101	402.41	1.11	71.16	0.14
95	1+880	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000108	397.19	1.12	68.69	0.15
94	1+860	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000096	412.75	1.08	69.38	0.14
93	1+840	0.030	442.02	5.45	7.21	0.000094	416.71	1.07	69.08	0.14
92	1+820	0.030	442.02	5.45	7.45	0.000088	429.88	1.03	70.51	0.13
91	1+800	0.030	442.02	5.45	7.31	0.000088	435.34	1.02	74.13	0.13
90	1+780	0.030	442.02	5.44	6.96	0.000095	427.79	1.04	76.52	0.14
89	1+760	0.030	442.02	5.44	6.73	0.000095	431.80	1.03	77.75	0.14
88	1+740	0.030	442.02	5.44	6.69	0.000101	422.91	1.05	77.19	0.14
87	1+720	0.030	442.02	5.44	6.69	0.000100	434.57	1.02	82.64	0.14
86	1+700	0.030	442.02	5.45	6.71	0.000082	536.01	0.83	122.57	0.12
85	1+680	0.030	442.02	5.44	6.71	0.000092	520.11	0.86	123.88	0.13
84	1+660	0.030	442.02	5.42	7.14	0.000109	418.57	1.06	80.89	0.14
83	1+640	0.030	442.02	5.42	6.92	0.000102	430.74	1.03	81.99	0.14
82	1+620	0.030	442.02	5.42	6.92	0.000091	448.60	0.99	80.58	0.13
81	1+600	0.030	442.02	5.42	7.00	0.000086	456.16	0.97	81.19	0.13
80	1+580	0.030	442.02	5.42	7.05	0.000086	460.70	0.96	84.51	0.13
79	1+560	0.030	442.02	5.41	6.68	0.000099	442.03	1.00	83.87	0.14
78	1+540	0.030	442.02	5.41	6.98	0.000101	438.04	1.02	84.94	0.14
77	1+520	0.030	442.02	5.41	7.31	0.000111	459.37	1.03	122.04	0.15
76	1+500	0.030	442.02	5.40	7.35	0.000112	447.00	1.05	120.55	0.15
75	1+480	0.030	442.02	5.40	7.15	0.000117	408.71	1.08	76.56	0.15
74	1+460	0.030	442.02	5.39	7.55	0.000124	407.23	1.09	81.31	0.15
73	1+440	0.030	442.02	5.38	7.26	0.000133	391.99	1.14	79.65	0.16
72	1+420	0.030	442.02	5.38	7.83	0.000124	393.21	1.13	75.00	0.15
71	1+400	0.030	442.02	5.38	7.88	0.000123	391.52	1.13	72.14	0.15

70	1+380	0.030	442.02	5.38	7.38	0.000119	395.95	1.12	72.71	0.15
69	1+360	0.030	442.02	5.38	7.14	0.000112	411.03	1.08	75.75	0.15
68	1+340	0.030	442.02	5.38	6.76	0.000111	411.05	1.08	76.11	0.15
67	1+320	0.030	442.02	5.38	6.48	0.000110	418.83	1.06	79.74	0.14
66	1+300	0.030	442.02	5.37	6.27	0.000114	413.81	1.07	79.69	0.15
65	1+280	0.030	442.02	5.37	6.12	0.000117	411.11	1.08	79.19	0.15
64	1+260	0.030	442.02	5.36	6.13	0.000123	400.60	1.11	77.66	0.15
63	1+240	0.030	442.02	5.36	6.36	0.000111	415.52	1.07	77.81	0.14
62	1+220	0.030	442.02	5.36	6.12	0.000122	403.04	1.10	78.12	0.15
61	1+200	0.030	442.02	5.36	5.93	0.000120	406.58	1.09	77.73	0.15
60	1+180	0.030	442.02	5.35	5.87	0.000119	409.39	1.08	77.79	0.15
59	1+160	0.030	442.02	5.35	6.40	0.000121	404.95	1.10	78.18	0.15
58	1+140	0.030	442.02	5.36	8.97	0.000083	472.63	0.94	85.42	0.13
57	1+120	0.030	442.02	5.35	10.12	0.000098	425.97	1.04	76.01	0.14
56	1+100	0.030	442.02	5.35	10.39	0.000086	438.23	1.01	72.59	0.13
55	1+080	0.030	442.02	5.36	12.09	0.000046	539.94	0.82	75.19	0.09
54	1+060	0.030	442.02	5.35	12.27	0.000048	530.73	0.84	77.58	0.10
53	1+040	0.030	442.02	5.34	11.09	0.000076	474.64	0.94	83.04	0.12
52	1+020	0.030	442.02	5.35	10.61	0.000049	575.15	0.77	97.45	0.10
51	1+000	0.030	442.02	5.35	10.35	0.000043	589.11	0.76	94.22	0.09
50	0+980	0.030	442.02	5.34	9.58	0.000066	508.74	0.87	89.29	0.11
49	0+960	0.030	442.02	5.33	8.76	0.000079	479.09	0.93	85.48	0.12
48	0+940	0.030	442.02	5.33	8.59	0.000080	481.99	0.92	87.04	0.12
47	0+920	0.030	442.02	5.34	8.07	0.000067	528.10	0.84	96.80	0.11
46	0+900	0.030	442.02	5.33	6.60	0.000078	514.47	0.86	104.45	0.12
45	0+880	0.030	442.02	5.32	6.32	0.000100	451.35	0.99	95.43	0.14
44	0+860	0.030	442.02	5.31	6.31	0.000105	440.02	1.01	87.02	0.14
43	0+840	0.030	442.02	5.31	6.31	0.000110	433.62	1.02	86.96	0.14
42	0+820	0.030	442.02	5.30	6.05	0.000120	420.33	1.06	85.91	0.15
41	0+800	0.030	442.02	5.30	5.98	0.000122	417.28	1.06	85.30	0.15
40	0+780	0.030	442.02	5.30	6.05	0.000119	412.98	1.07	81.41	0.15
39	0+760	0.030	442.02	5.30	7.31	0.000113	418.93	1.06	80.71	0.15
38	0+740	0.030	442.02	5.30	8.80	0.000091	454.30	0.98	83.88	0.13
37	0+720	0.030	442.02	5.29	7.52	0.000112	416.46	1.07	82.17	0.15
36	0+700	0.030	442.02	5.28	6.66	0.000135	398.45	1.11	82.76	0.16

35	0+680	0.030	442.02	5.29	7.79	0.000093	454.13	0.98	86.74	0.13
34	0+660	0.030	442.02	5.27	6.87	0.000115	416.44	1.07	81.77	0.15
33	0+640	0.030	442.02	5.27	6.65	0.000119	411.36	1.08	81.49	0.15
32	0+620	0.030	442.02	5.27	7.04	0.000110	426.09	1.04	83.89	0.15
31	0+600	0.030	442.02	5.27	7.27	0.000102	435.40	1.02	85.47	0.14
30	0+580	0.030	442.02	5.27	6.98	0.000106	426.78	1.04	83.06	0.14
29	0+560	0.030	442.02	5.26	6.76	0.000118	408.47	1.09	80.20	0.15
28	0+540	0.030	442.02	5.26	7.51	0.000112	408.93	1.09	77.94	0.15
27	0+520	0.030	442.02	5.25	6.75	0.000134	389.19	1.15	79.34	0.16
26	0+500	0.030	442.02	5.24	6.99	0.000134	381.97	1.16	73.73	0.16
25	0+480	0.030	442.02	5.25	7.50	0.000111	406.77	1.09	75.02	0.15
24	0+460	0.030	442.02	5.22	6.69	0.000170	346.51	1.28	69.25	0.18
23	0+440	0.030	442.02	5.23	7.24	0.000116	389.60	1.14	69.19	0.15
22	0+420	0.030	442.02	5.22	7.47	0.000121	385.48	1.15	69.06	0.15
21	0+400	0.030	442.02	5.22	7.47	0.000121	385.30	1.15	69.22	0.15
20	0+380	0.030	442.02	5.22	6.99	0.000125	382.04	1.16	69.66	0.16
19	0+360	0.030	442.02	5.21	7.21	0.000136	370.15	1.20	69.31	0.16
18	0+340	0.030	442.02	5.21	8.43	0.000107	404.47	1.10	71.62	0.14
17	0+320	0.030	442.02	5.22	7.70	0.000103	415.30	1.07	73.63	0.14
16	0+300	0.030	442.02	5.20	6.97	0.000128	387.54	1.15	73.33	0.16
15	0+280	0.030	442.02	5.20	6.72	0.000126	388.78	1.14	74.22	0.16
14	0+260	0.030	442.02	5.20	6.95	0.000115	401.73	1.11	75.50	0.15
13	0+240	0.030	442.02	5.20	6.95	0.000113	403.84	1.10	74.92	0.15
12	0+220	0.030	442.02	5.19	6.70	0.000124	394.34	1.13	75.88	0.15
11	0+200	0.030	442.02	5.19	6.94	0.000124	391.60	1.13	74.49	0.15
10	0+180	0.030	442.02	5.19	7.19	0.000124	393.00	1.13	74.55	0.15
9	0+160	0.030	442.02	5.19	6.91	0.000116	401.17	1.11	76.40	0.15
8	0+140	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000120	396.68	1.12	74.94	0.15
7	0+120	0.030	442.02	5.18	6.70	0.000121	395.02	1.13	75.37	0.15
6	0+100	0.030	442.02	5.18	6.73	0.000119	399.44	1.11	75.43	0.15
5	0+080	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000119	400.53	1.11	76.76	0.15
4	0+060	0.030	442.02	5.18	6.68	0.000112	406.87	1.09	74.22	0.15
3	0+040	0.030	442.02	5.17	7.05	0.000132	382.02	1.16	73.79	0.16
2	0+020	0.030	442.02	5.16	6.96	0.000140	376.94	1.18	73.45	0.16
1	0+000	0.030	442.02	5.15	6.26	0.000165	357.57	1.25	75.05	0.18

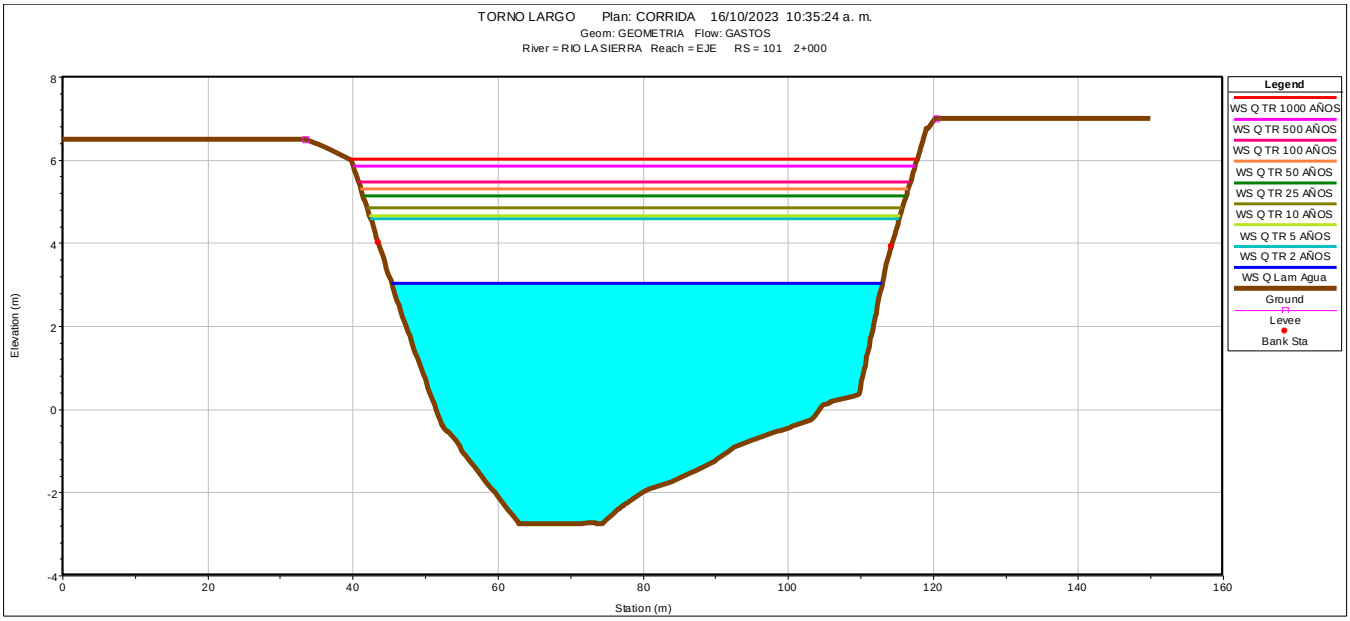


Figura 23. Sección transversal de la estación 2+000 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

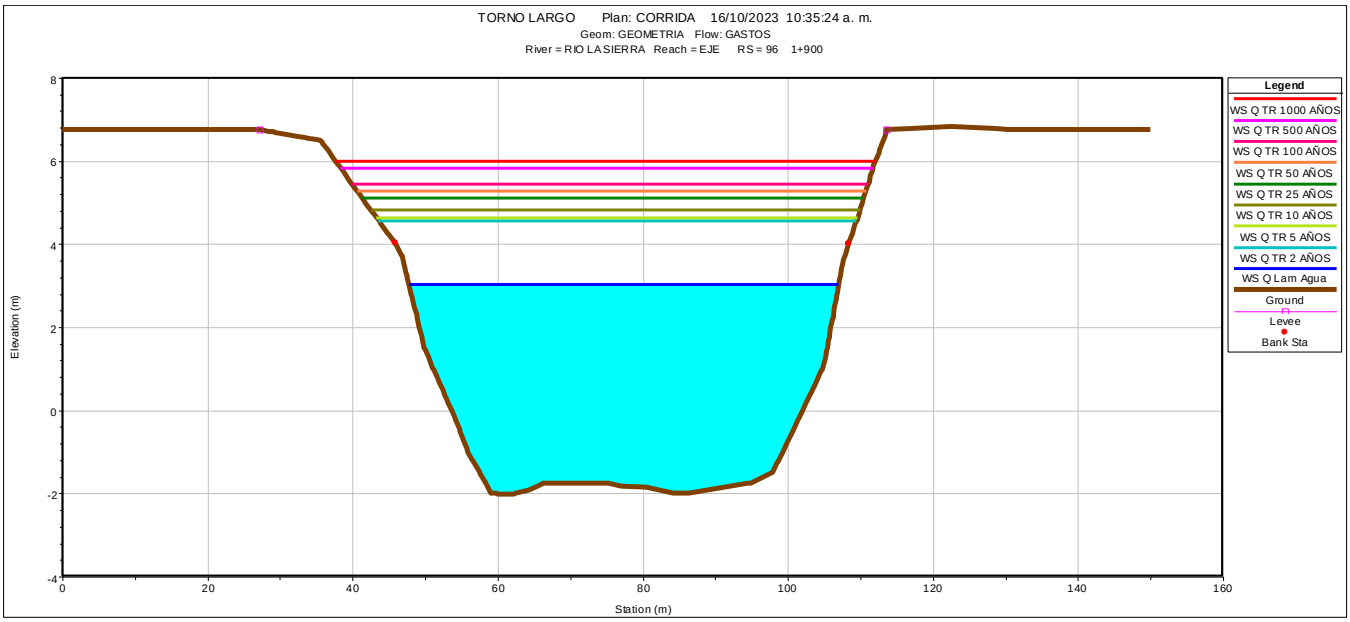


Figura 24. Sección transversal de la estación 1+900 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

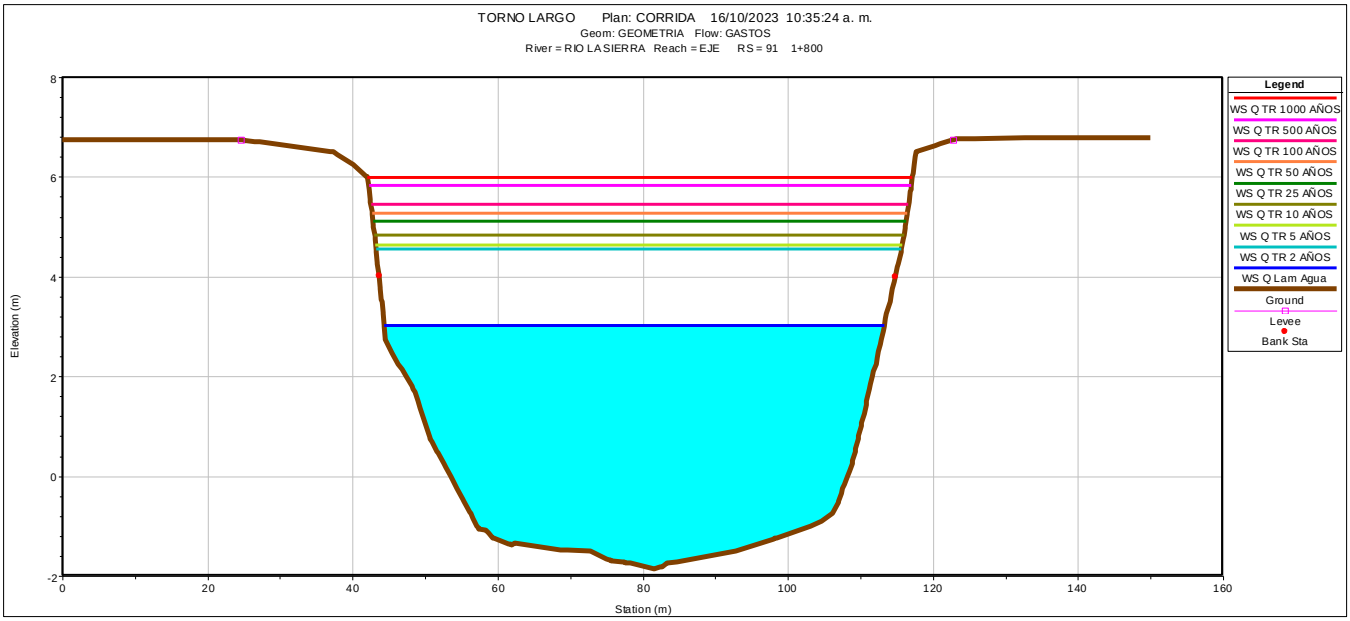


Figura 25. Sección transversal de la estación 1+800 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

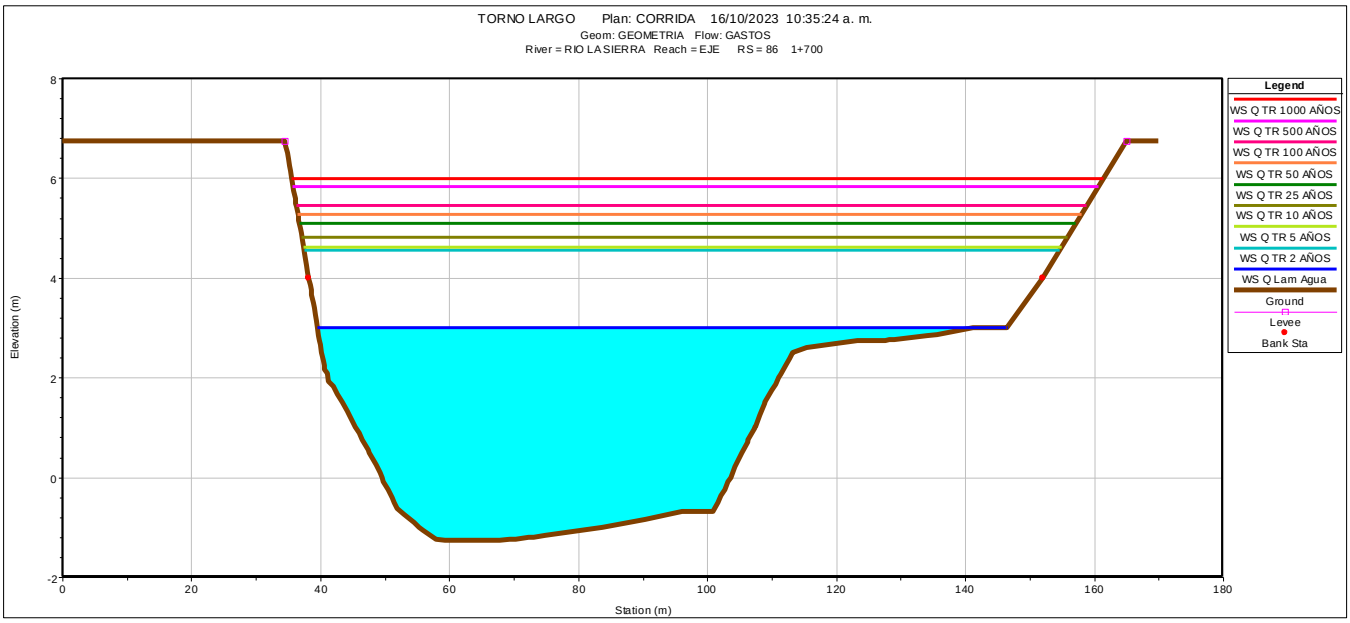


Figura 26. Sección transversal de la estación 1+700 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

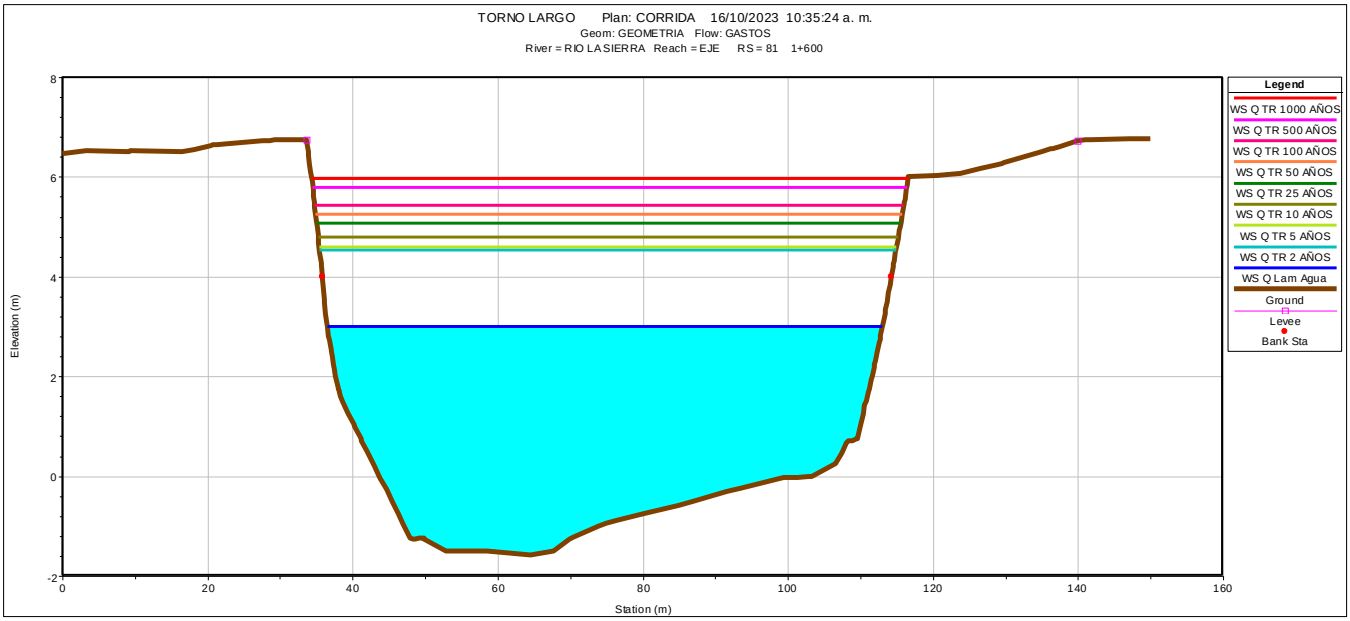


Figura 27. Sección transversal de la estación 1+600 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

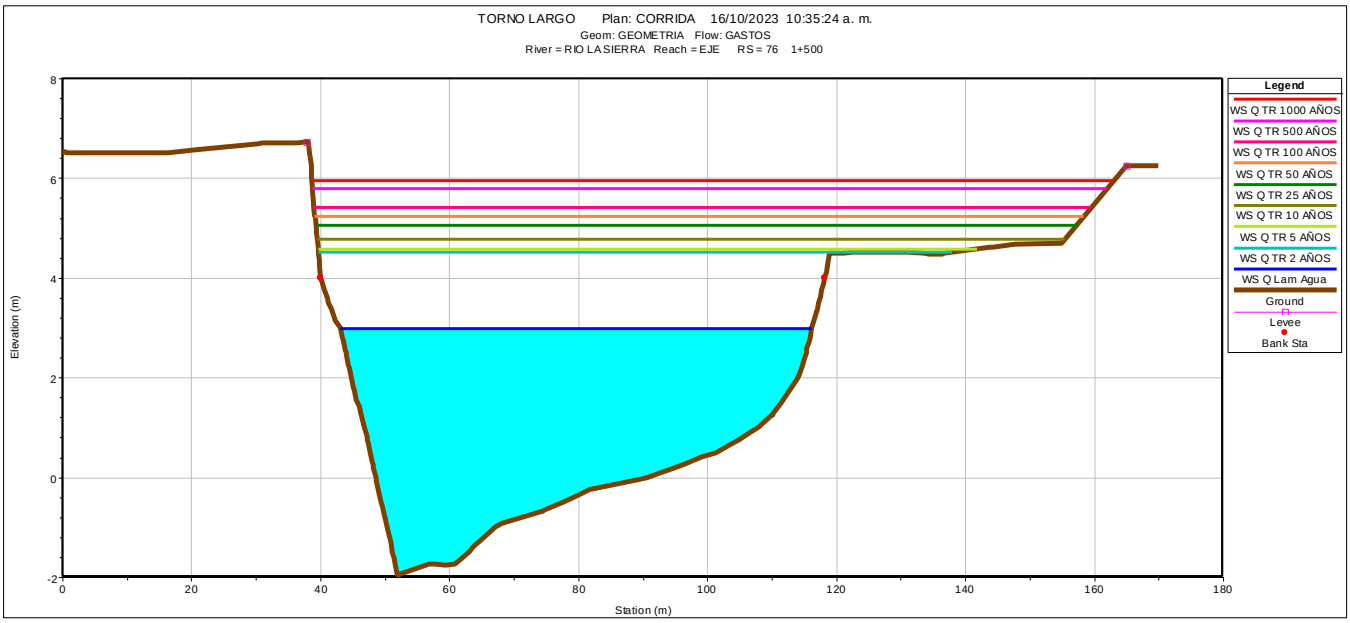


Figura 28. Sección transversal de la estación 1+500 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

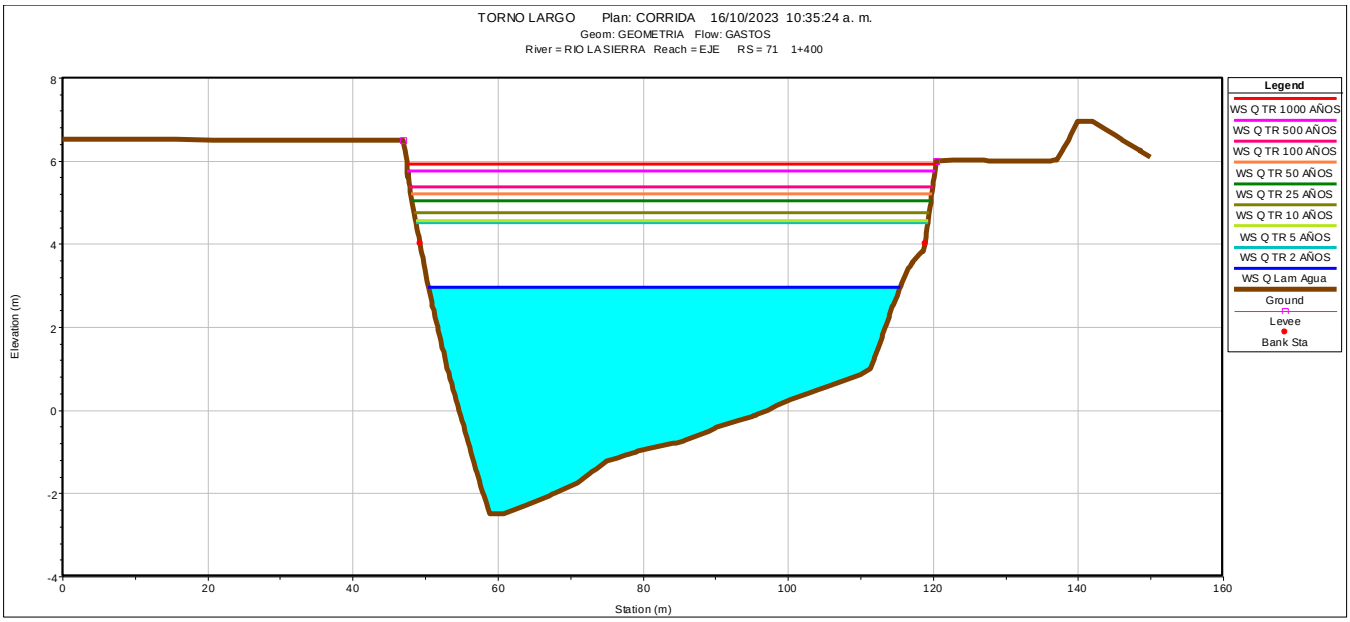


Figura 29. Sección transversal de la estación 1+400 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

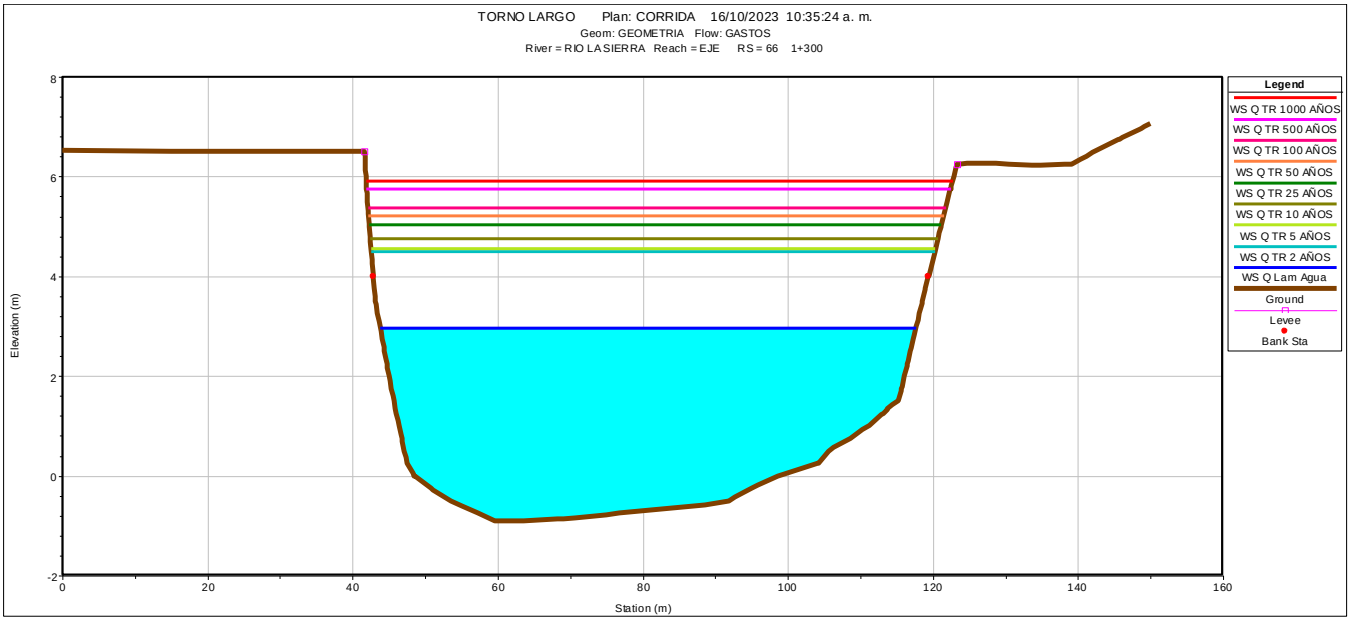


Figura 30. Sección transversal de la estación 1+300 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

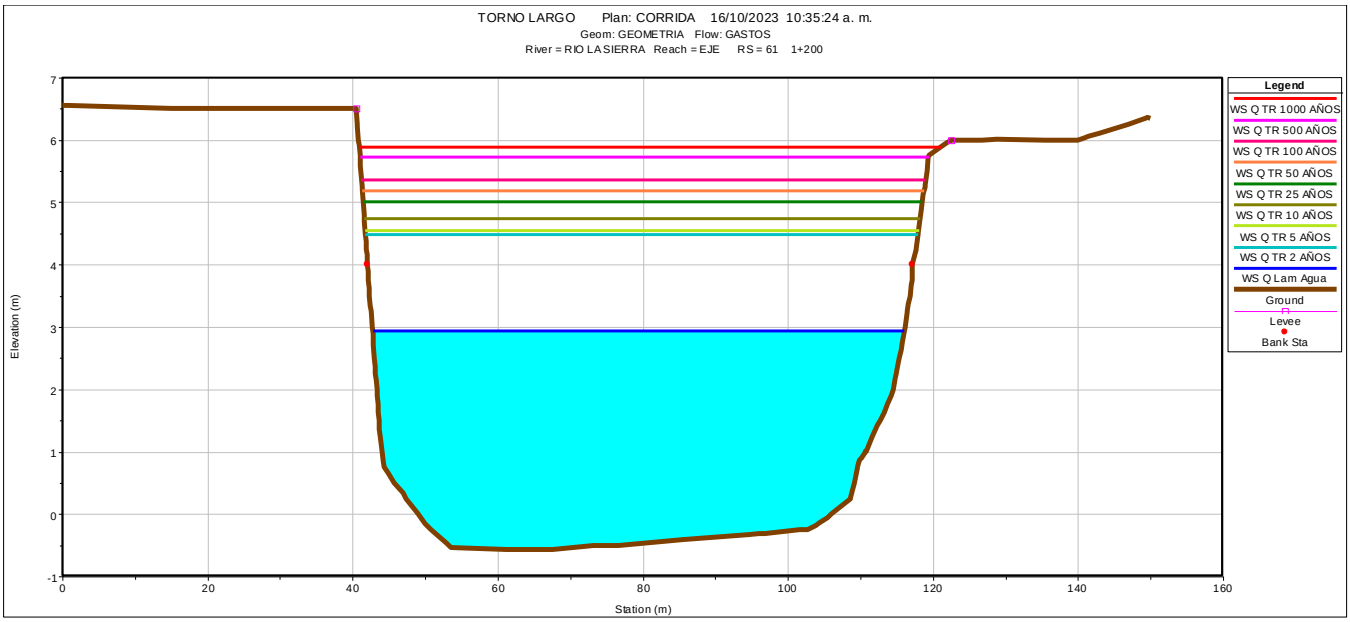


Figura 31. Sección transversal de la estación 1+200 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

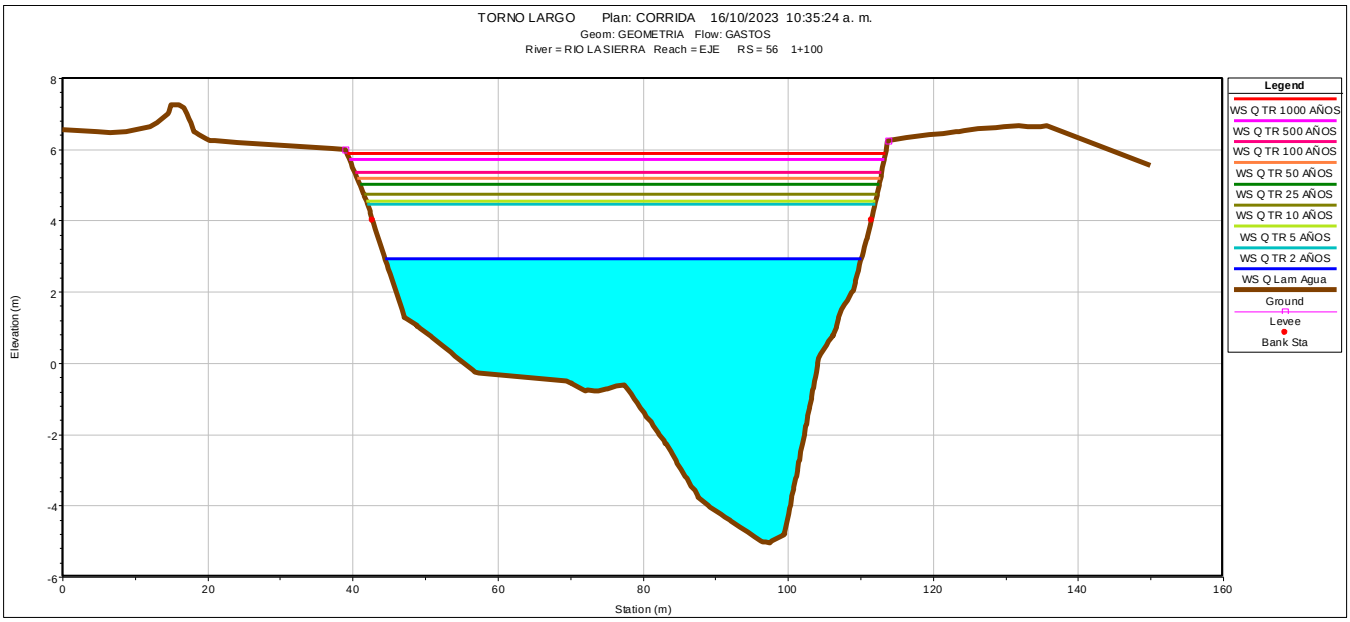


Figura 32. Sección transversal de la estación 1+100 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

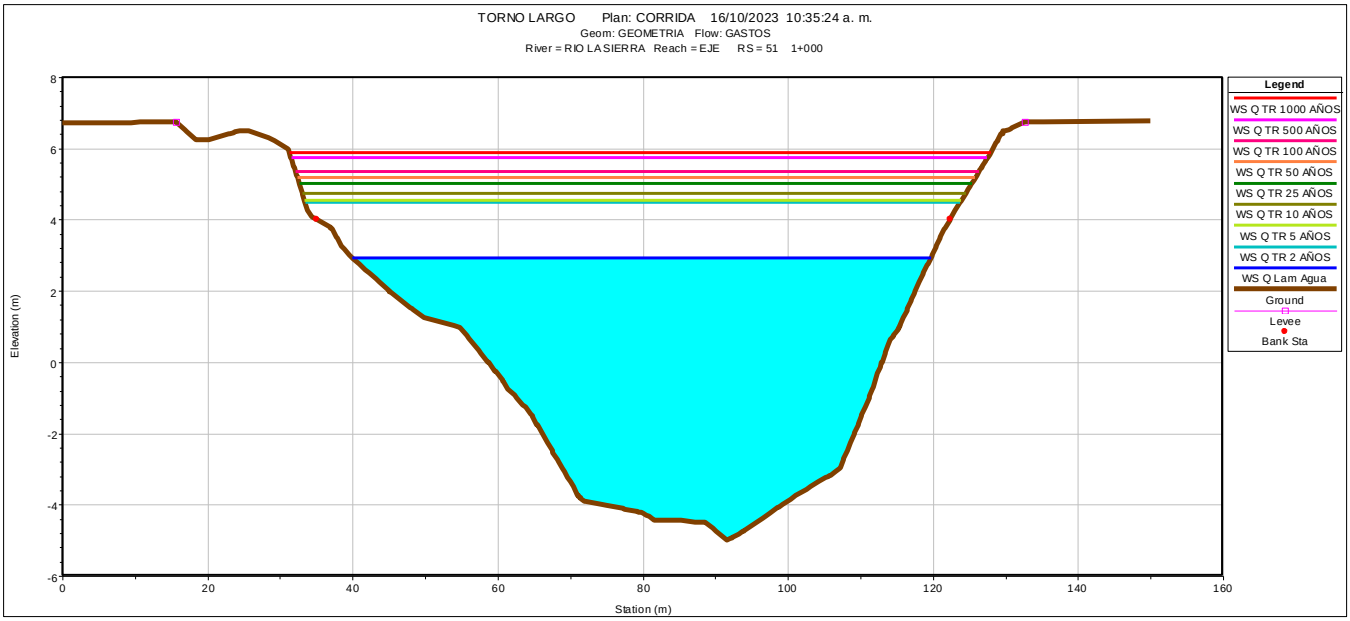


Figura 33. Sección transversal de la estación 1+000 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

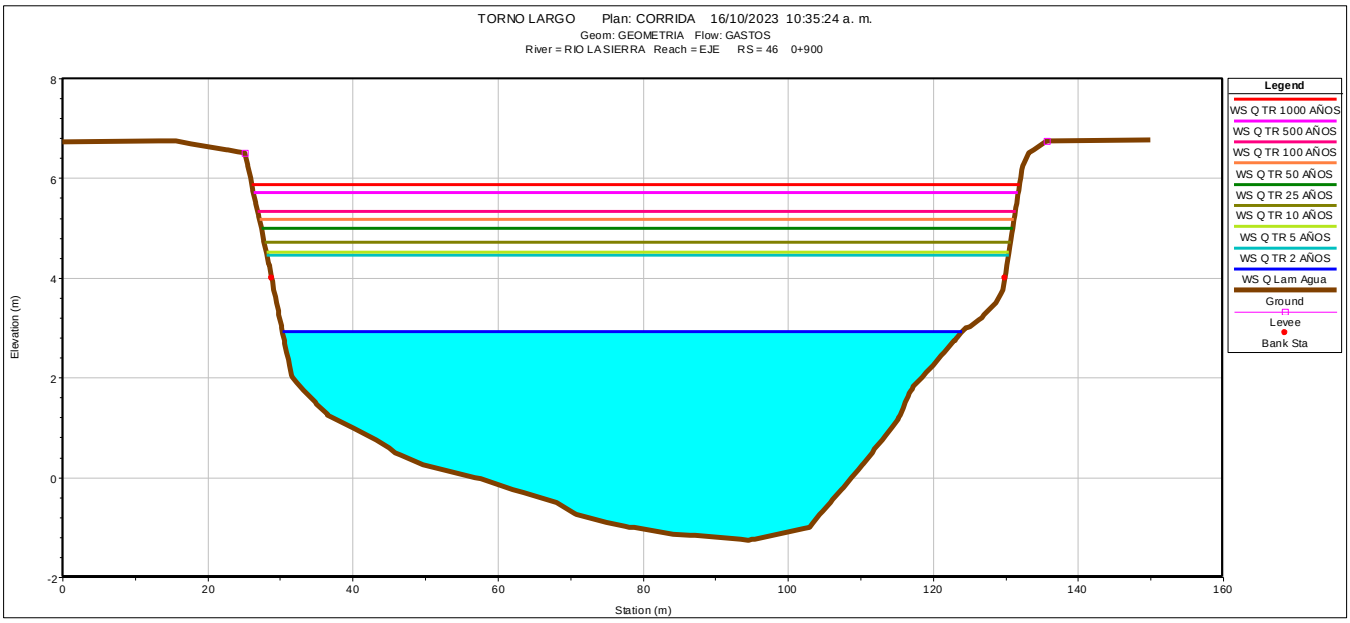


Figura 34. Sección transversal de la estación 0+900 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

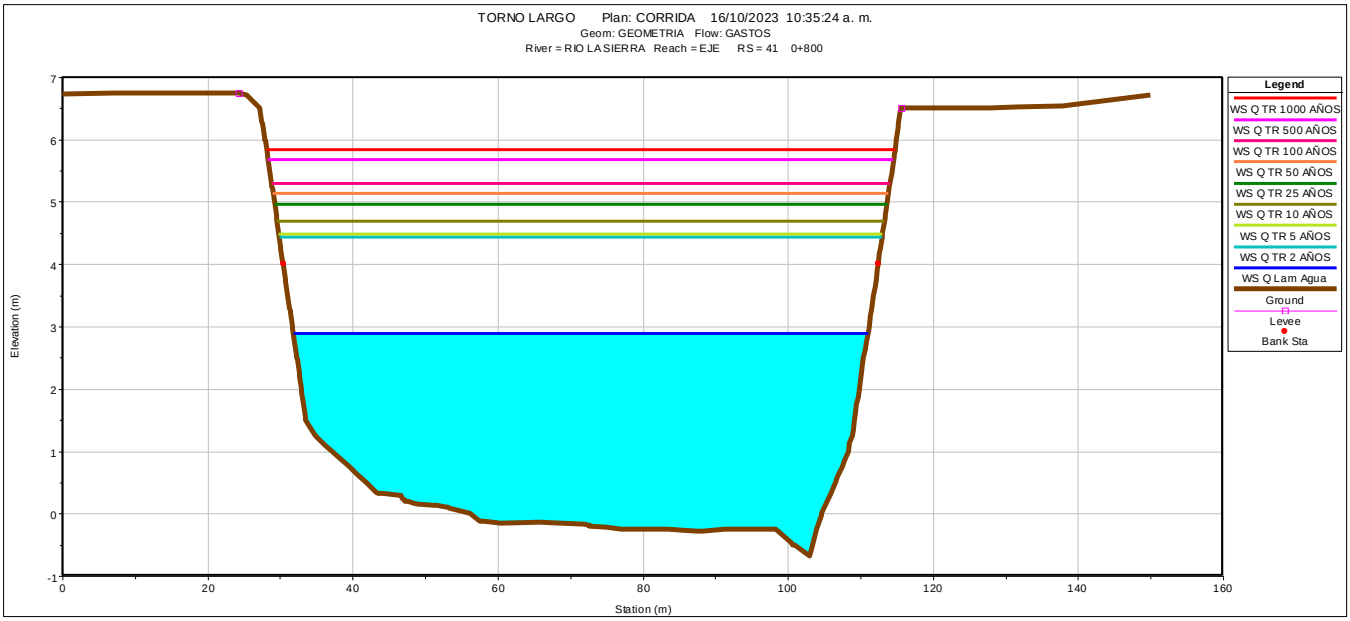


Figura 35. Sección transversal de la estación 0+800 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

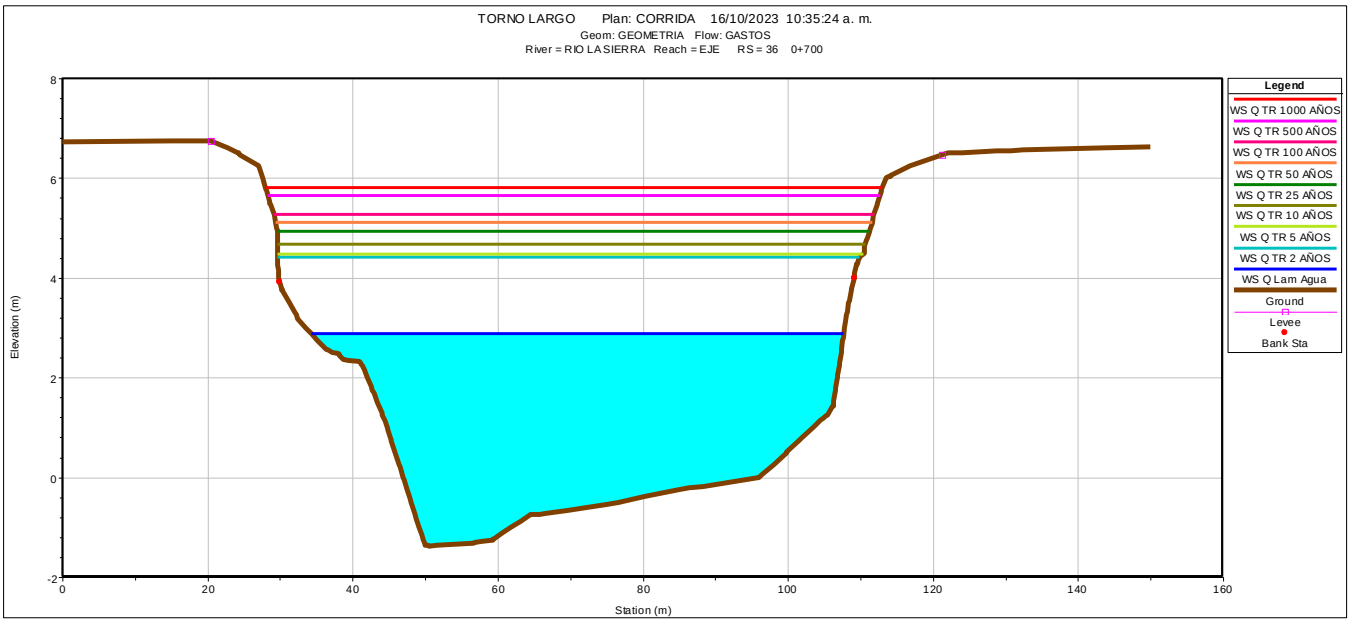


Figura 36. Sección transversal de la estación 0+700 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

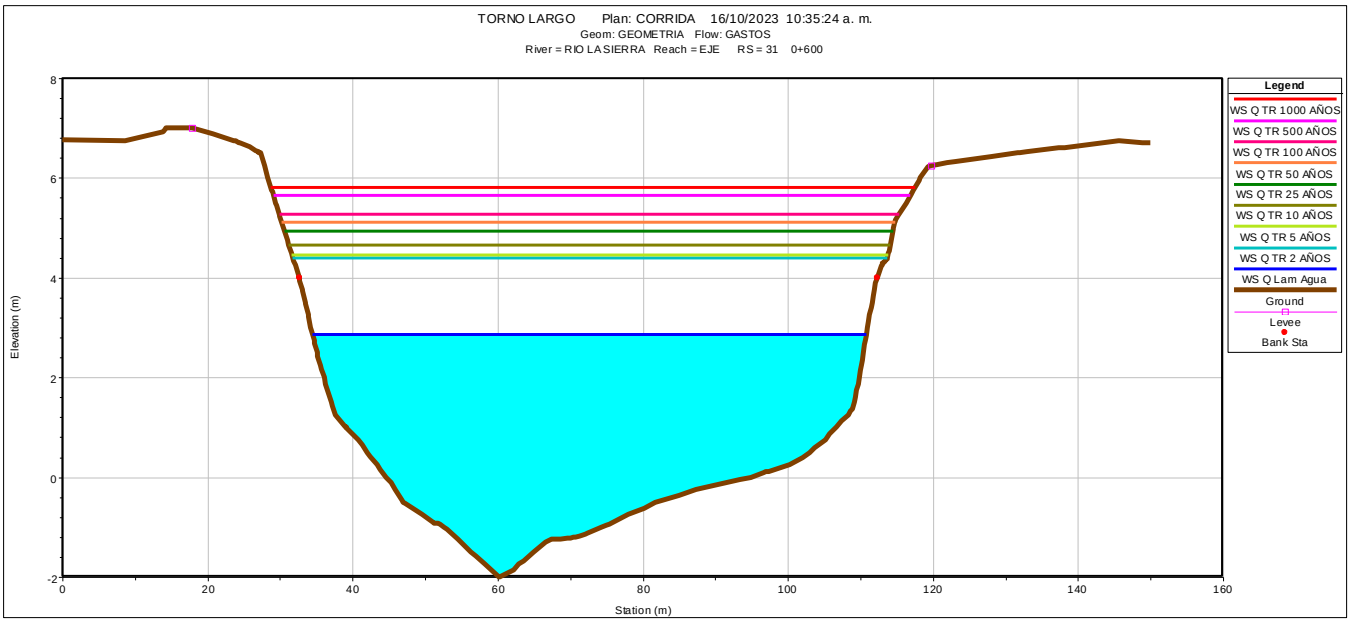


Figura 37. Sección transversal de la estación 0+600 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

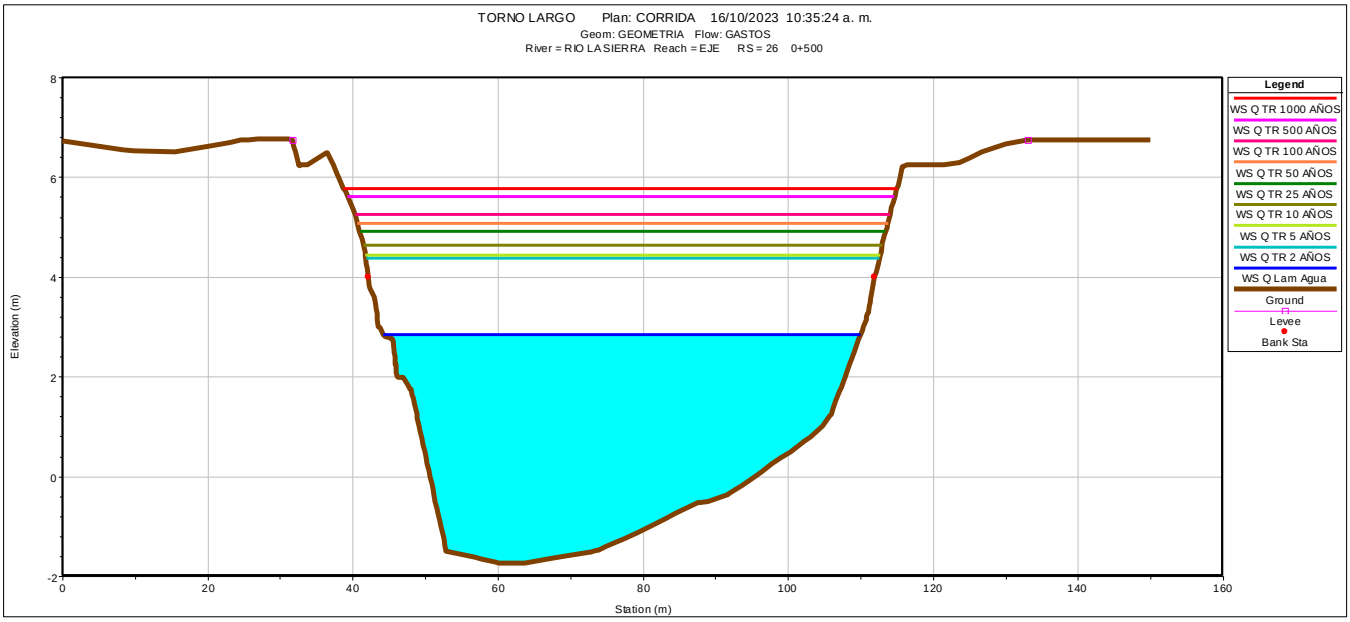


Figura 38. Sección transversal de la estación 0+500 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

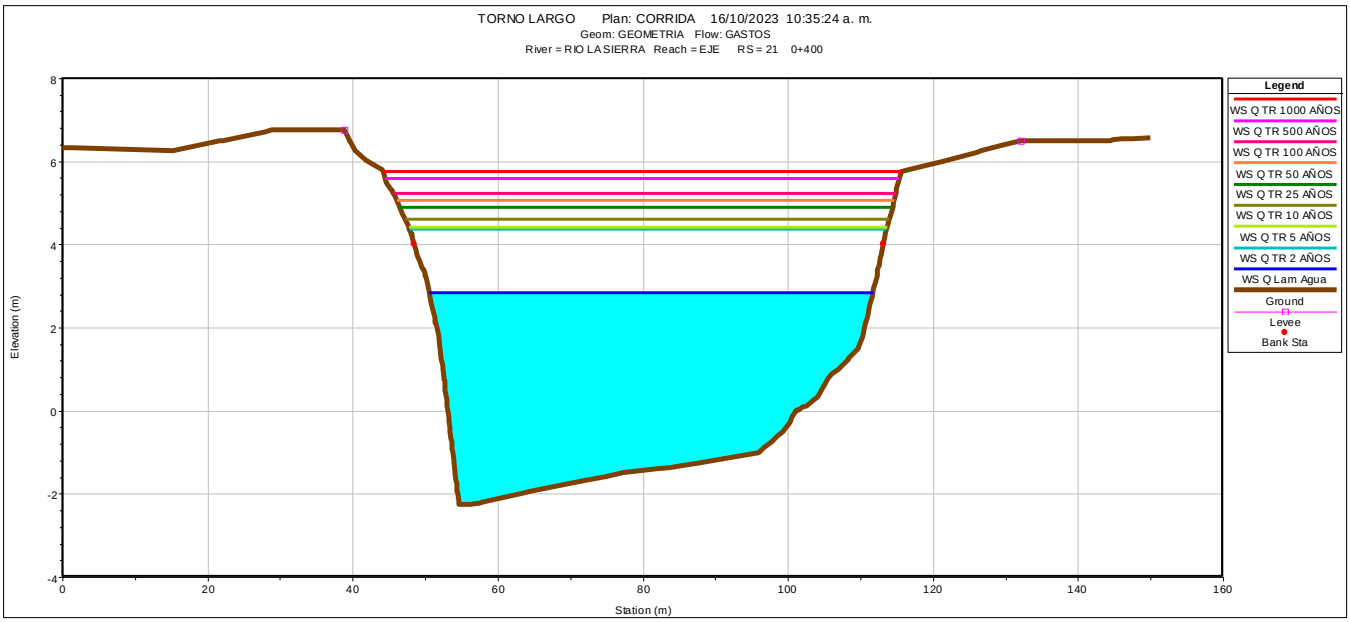


Figura 39. Sección transversal de la estación 0+400 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

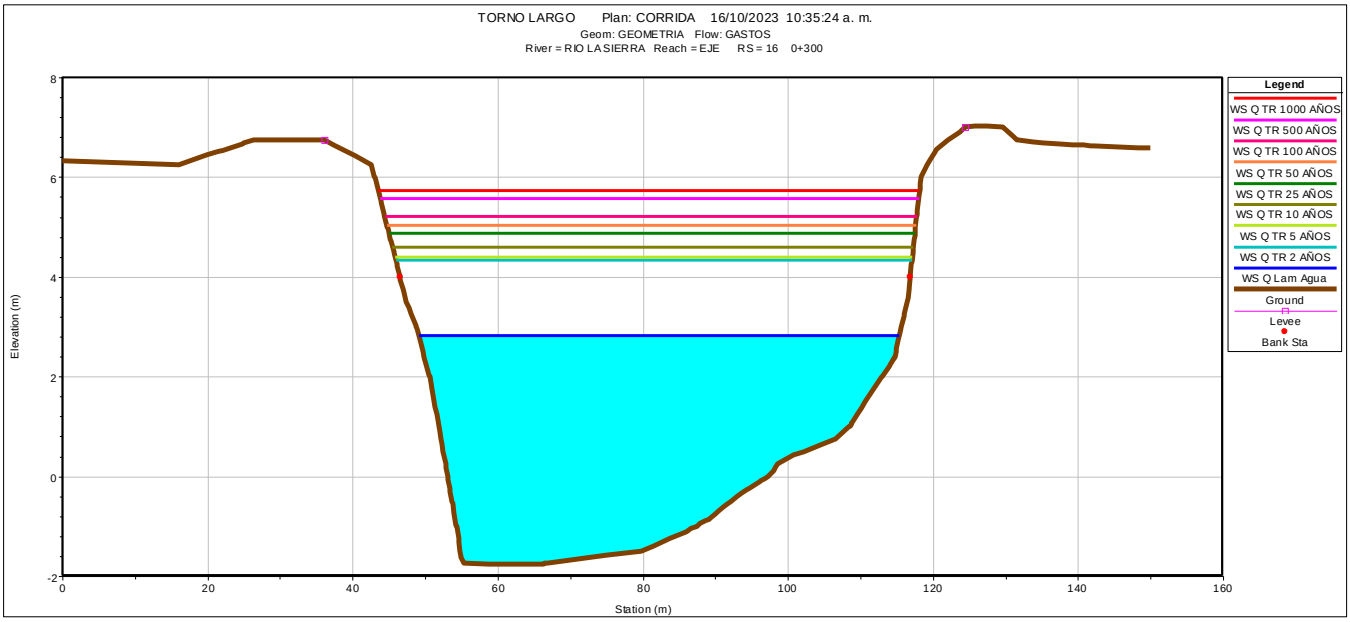


Figura 40. Sección transversal de la estación 0+300 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

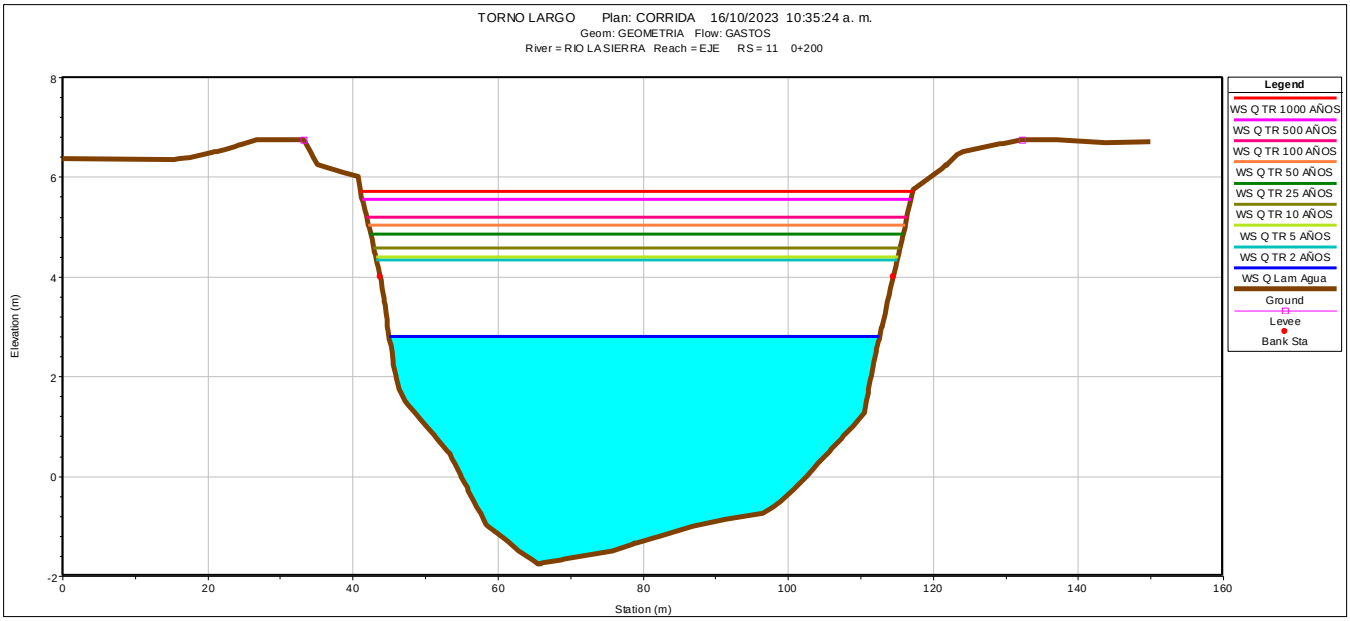


Figura 41. Sección transversal de la estación 0+200 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

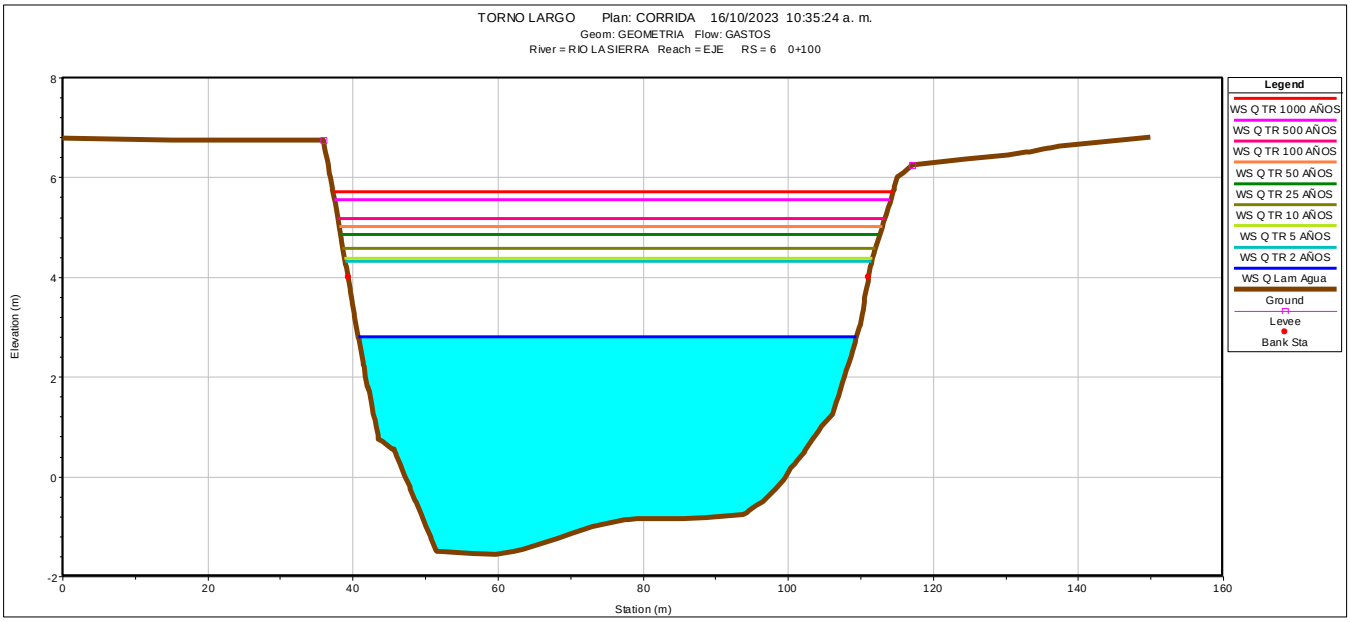


Figura 42. Sección transversal de la estación 0+100 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

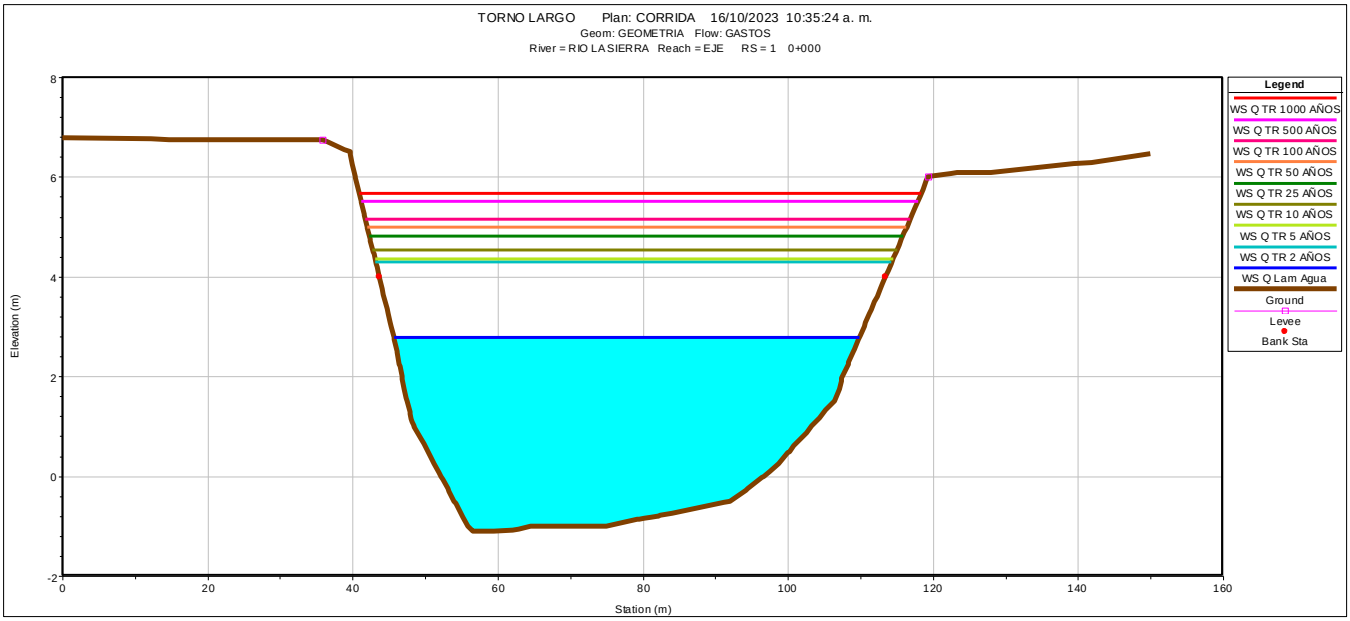


Figura 43. Sección transversal de la estación 0+000 con los niveles de acuerdo a periodos de retornos.

8. Análisis hidráulico bidimensional del comportamiento del cauce en condiciones actuales y de obras propuestas.

8.1. Metodología del cálculo.

Para realizar una simulación hidráulica en dos dimensiones es necesario tener una base sólida de hidráulica, dinámica fluvial y modelización numérica. La herramienta utilizada en estas evaluaciones es **Iber**, este software fue creado con fondos públicos de gobierno de España y tiene licencia libre.

Para poder realizar un cálculo con Iber, se deben realizar los siguientes pasos:

- Crear o importar una geometría.

Asignar una serie de parámetros de entrada (rugosidad del fondo, modelo de turbulencia, etc.).

- Asignar condiciones de contorno e iniciales.
- Asignar opciones generales de cálculo (tiempo de cálculo, parámetros del esquema numérico, activación de módulos adicionales).
- Construir una malla de cálculo.
- Realizar el cálculo.

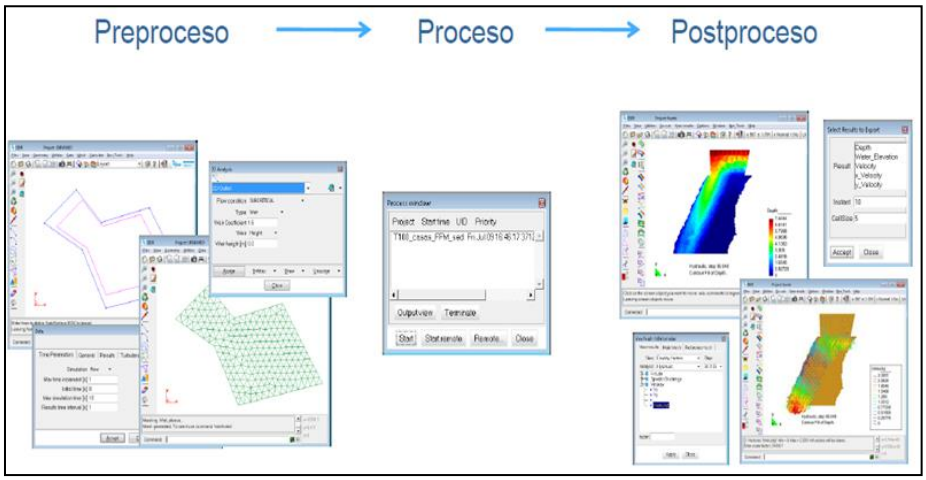


Figura 44. Esquema de la modelación Iber.

Las condiciones de contorno e iniciales, así como la mayor parte de parámetros de entrada se pueden asignar tanto sobre la geometría, como sobre la malla. Las condiciones asignadas sobre la geometría se traspasan a la malla al crearla, las condiciones asignadas sobre la malla se pierden al remallar. Para generar una malla se debe tener una geometría formada por superficies.

A continuación, se describen detalladamente el desarrollo del análisis hidráulico realizado.

8.1.1. Importación de la geometría a modelar.

Para importar una geometría es necesario en primer lugar guardar el proyecto con un nombre. Al ingresar a Iber este dispone de tres interfaces en la cual se puede crear una geometría desde el inicio:

1.- Dibujando puntos (directamente o entrando coordenadas).

2.- Desde el menú "Archivo>Importar" se pueden importar distintos formatos estándar (dxf, shapefile, entre otros).

3.- A través del menú "Iber_Herramientas" se pueden importar Modelos Digitales del Terreno (MDT) en formato ASCII de Arc/Info. Una vez creada o importada una geometría es posible editarla y modificarla con las opciones bajo el menú Geometría.

8.1.2. Geometría utilizada con extensión DXF.

Para geometrías reales e irregulares es necesario el uso de herramientas con extensión dxf, dicho archivo utiliza los nodos generados por la triangulación propia del modelo numérico en la figura 45, 46, 47 y 48 se aprecia la topografía propia de la herramienta CAD.

La desventaja de utilizar el seccionamiento propio de topografías es que este genera un mallado con triángulos muy irregulares. Ahora bien, debido a que en la convergencia del modelo durante la compilación es tardada con este tipo de mallados tan irregulares, se vio la necesidad de usar el tercer método para importar la geometría,

usando el Modelo Digital de Terreno figura 49, 50, 51 y 52 y dándonos como resultado la malla de la figura 53, 54, 55 y 56..



Figura 45. Curvas de nivel del seccionamiento en CAD.

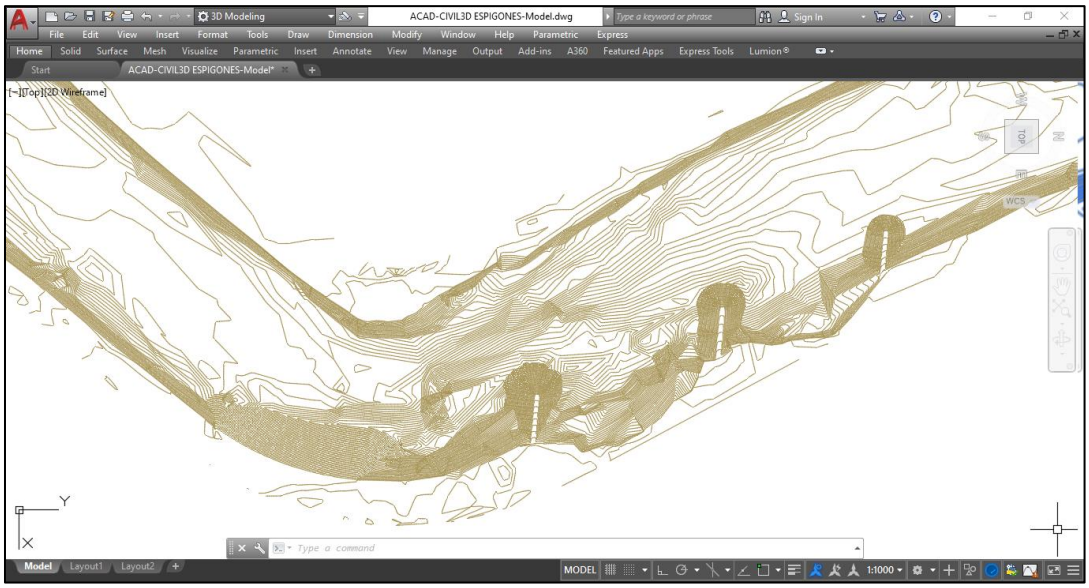


Figura 46. Curvas de nivel del seccionamiento en CAD para la opción 1.

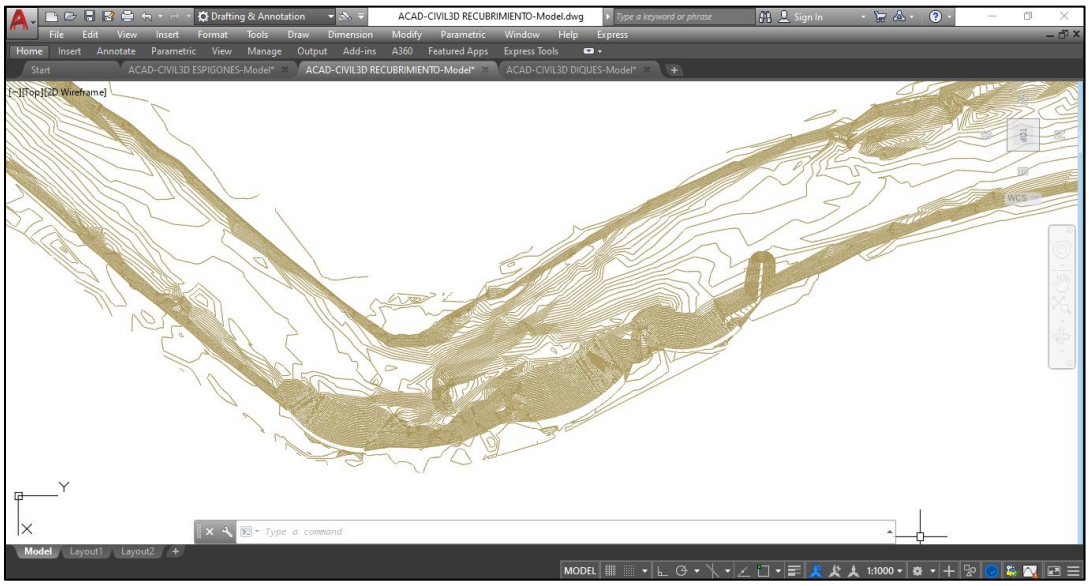


Figura 47. Curvas de nivel del seccionamiento en CAD para la opción 2.

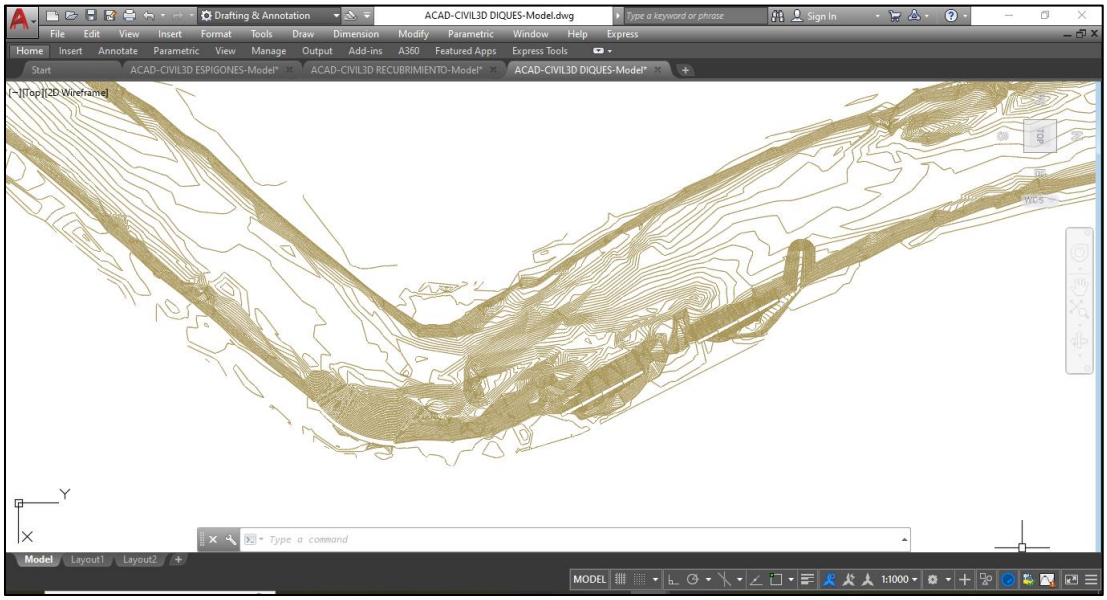


Figura 48. Curvas de nivel del seccionamiento en CAD para la opción 3.

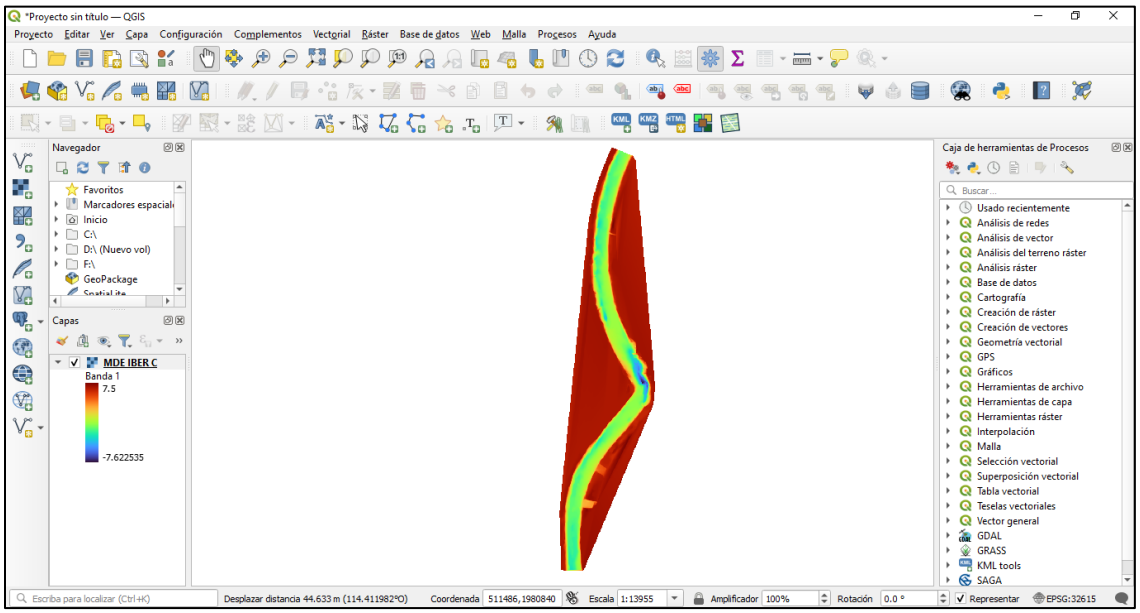


Figura 49. Modelo digital del terreno del tramo de estudio.

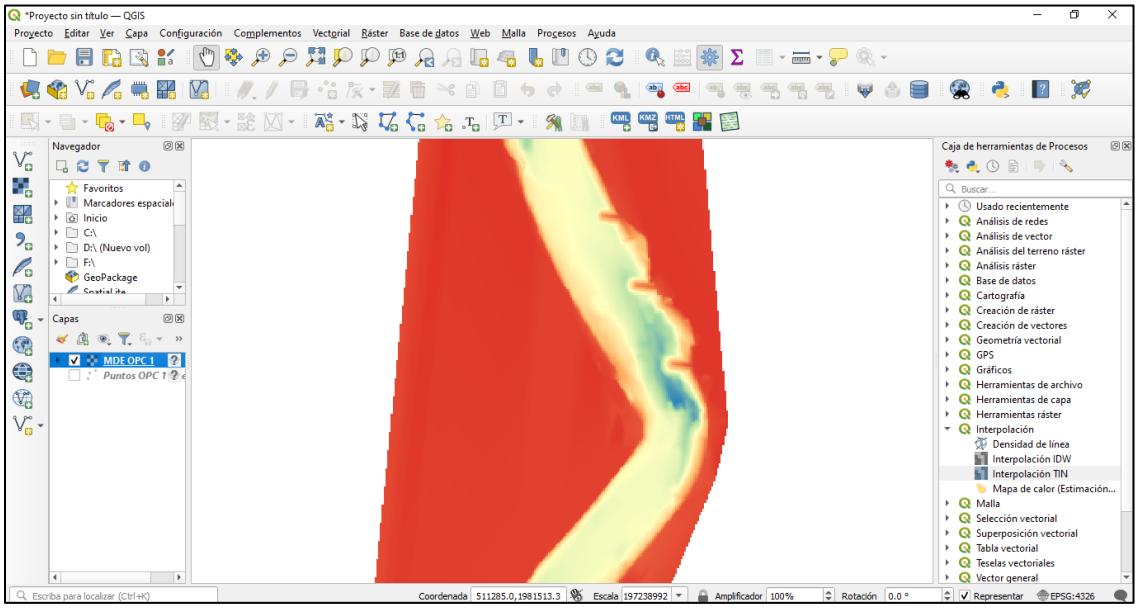


Figura 50. Modelo digital del terreno del tramo de estudio para la opción 1.

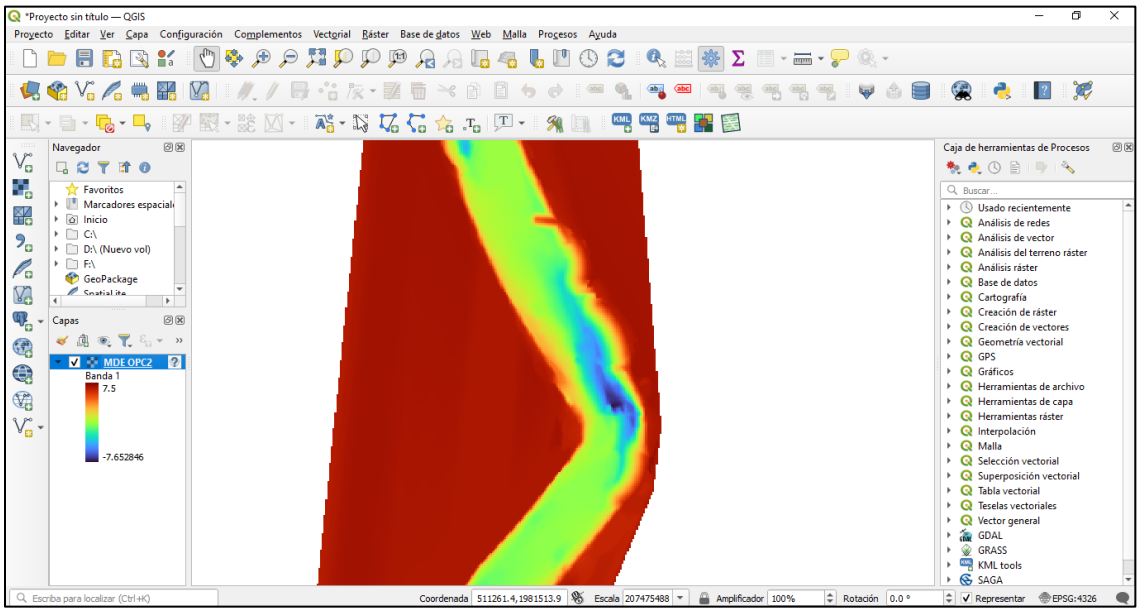


Figura 51. Modelo digital del terreno del tramo de estudio para la opción 2.

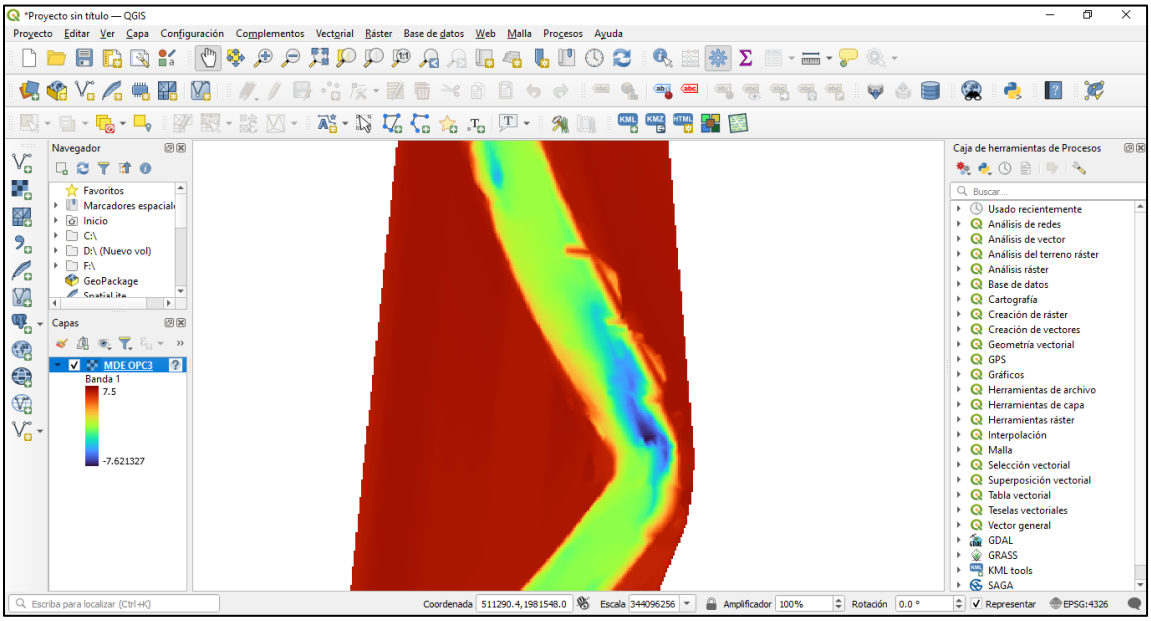


Figura 52. Modelo digital del terreno del tramo de estudio para la opción 3.

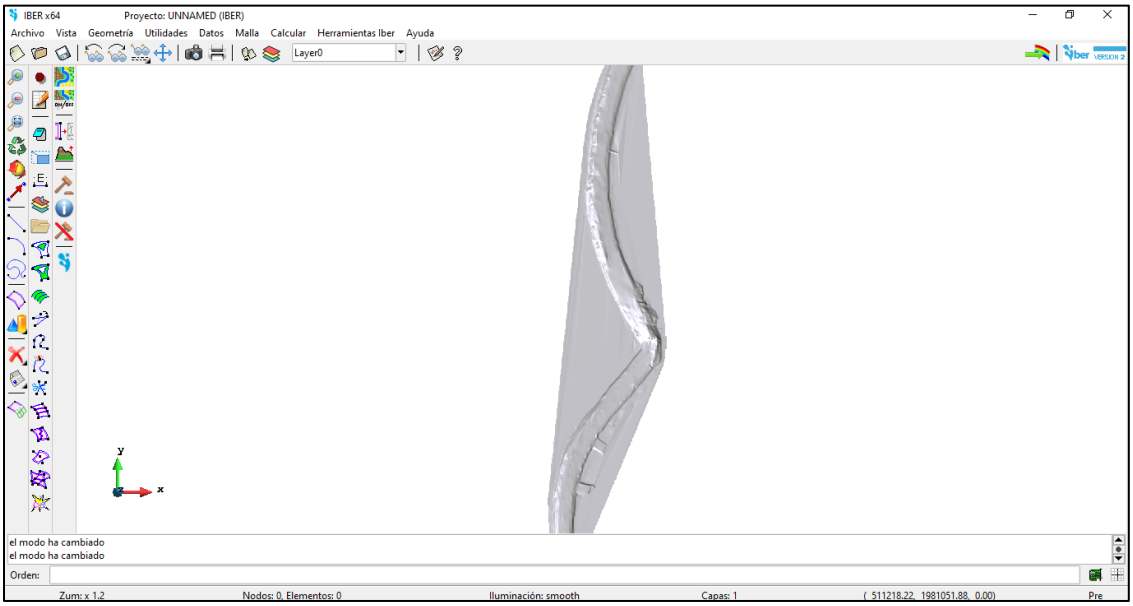


Figura 53. Superficie creada a partir de importación del MDT.

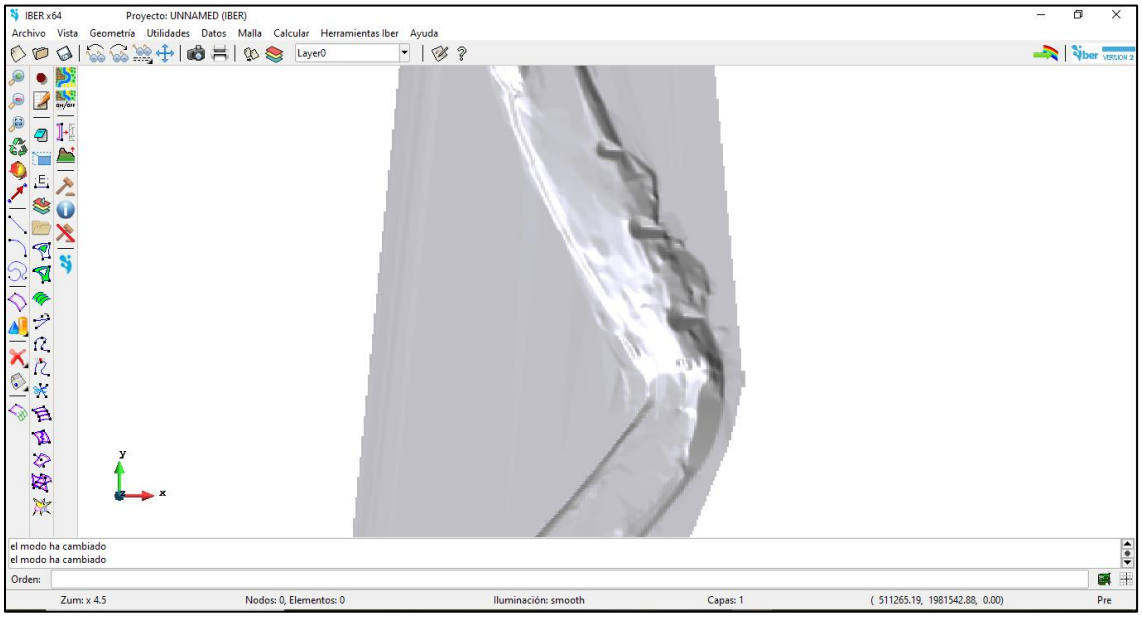


Figura 54. Superficie creada a partir de importación del MDT para la opción 1.

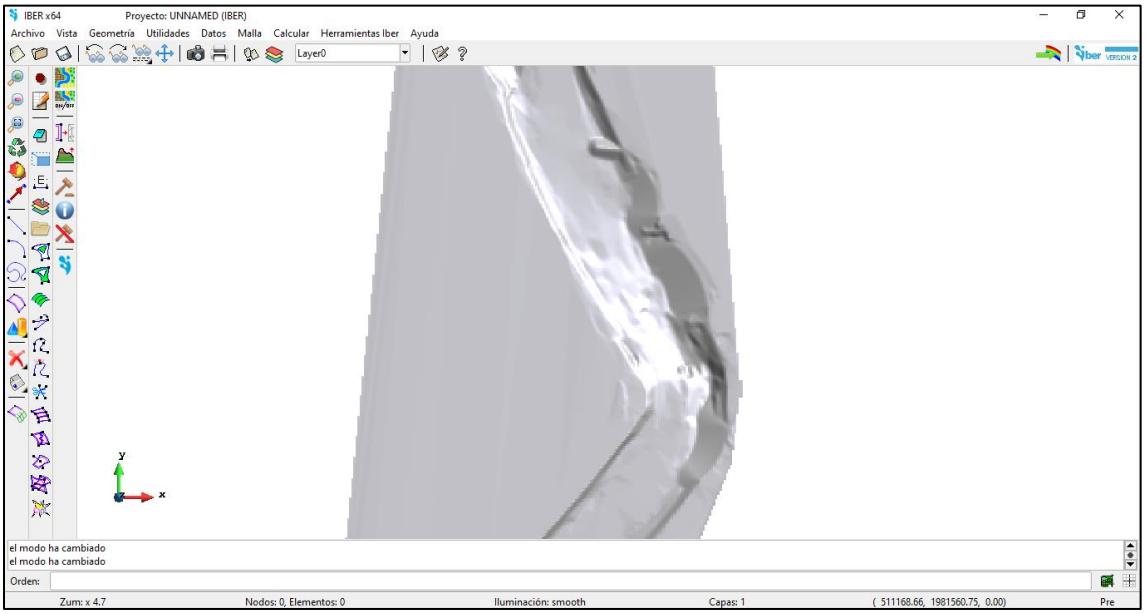


Figura 55. Superficie creada a partir de importación del MDT para la opción 2.

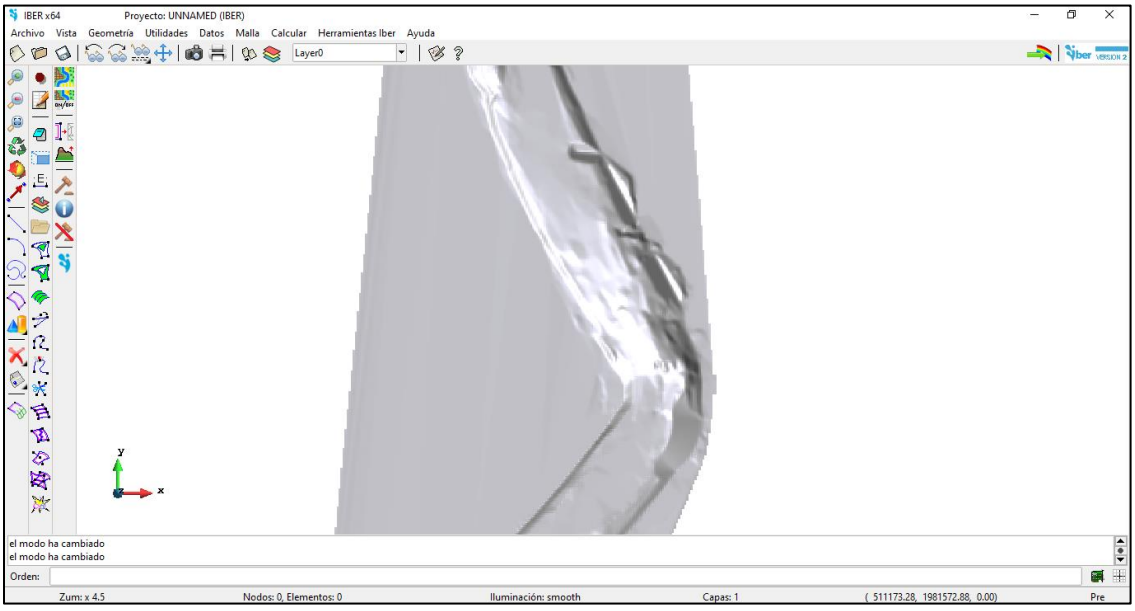


Figura 56. Superficie creada a partir de importación del MDT para la opción 3.

Una vez generado el mallado y observando la calidad de la malla, se puede conocer la confiabilidad del modelo en la representación de sus elementos geométricos, entre más cercanos a la unidad una mejor representatividad de la geometría real a modelar.

Finalmente se deben seleccionar las condiciones de contorno e iniciales. Para el modelo numérico bidimensional se toman como parámetros los obtenidos del modelo unidimensional y con ellos se evalúa el efecto hidrodinámico de la zona de estudio.

8.1.3. Condiciones de frontera.

8.1.3.1. Coeficientes de rugosidad de la zona de estudio.

Los coeficientes de Manning para el cauce se tomaron del modelamiento unidimensional, para esta modelación se consideró más representativa la rugosidad de 0.030. En la figura 57 se muestra la asignación del coeficiente de Manning.

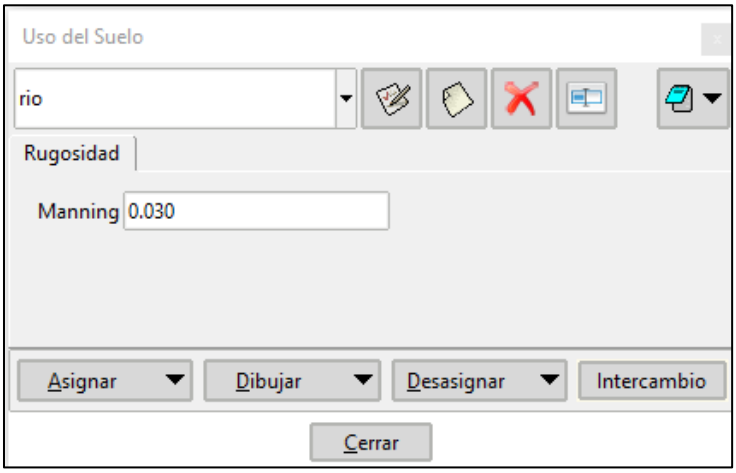


Figura 57. Cuadro para colocación del dato del coeficiente de Manning.

8.1.3.2. Condiciones iniciales y de contorno.

Una vez que se tienen los gastos por periodos de retorno se capturan los datos en las barras referidas al tiempo y gastos para la condición de entrada 2D (ver figura 58) y en la curva de Gasto-elevación de salida obtenida del modelo unidimensional (ver figura 59); se coloca estos datos en las condiciones de salida 2D.

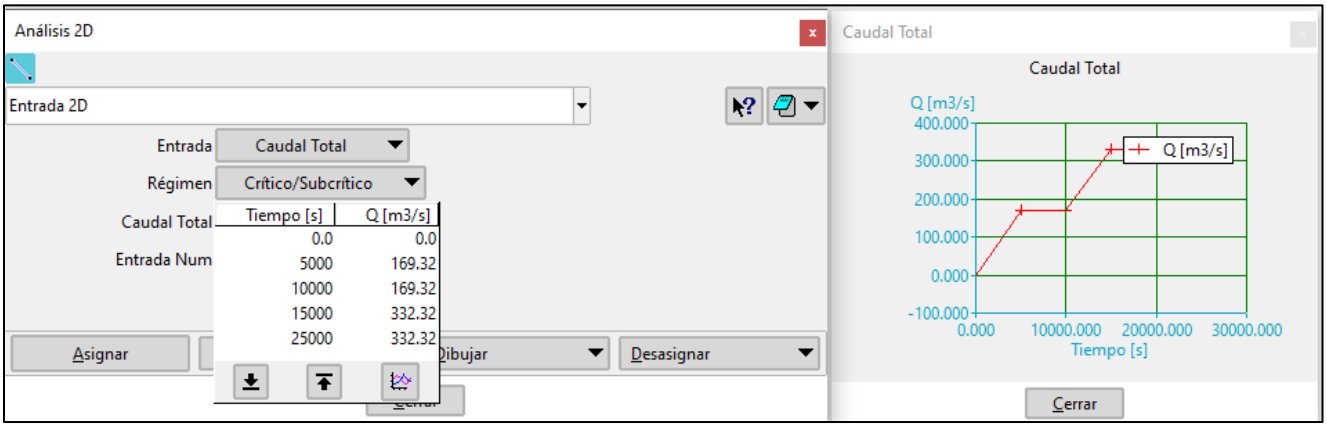


Figura 58. Condición de contorno de entrada 2D con los gastos según periodos de retorno.

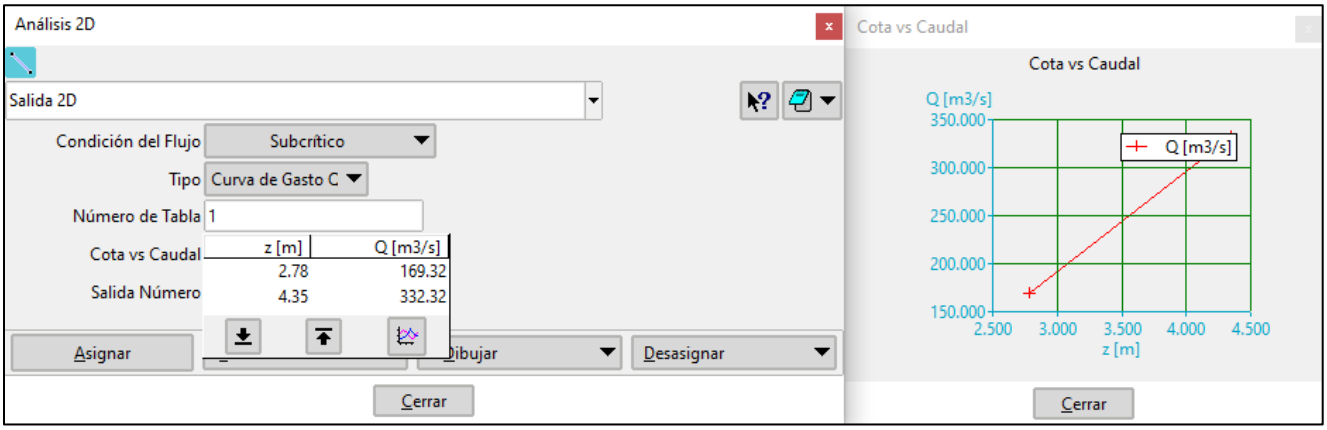


Figura 59. Condición de contorno salida 2D con curva Gasto – Elevación de acuerdo a su Tr.

Finalmente se propusieron las condiciones de tiempo a modelar, para el caso de estudio se utilizaron los correspondientes a los hidrogramas calculados para el periodo de retorno de diseño. Los pasos de tiempo de resultados fueron de cada 100 segundos figura 60. Una vez introducidos todos los parámetros, se iniciaron los cálculos del análisis figura 61; a continuación, se presentan dichos resultados en un postproceso que el programa presenta.

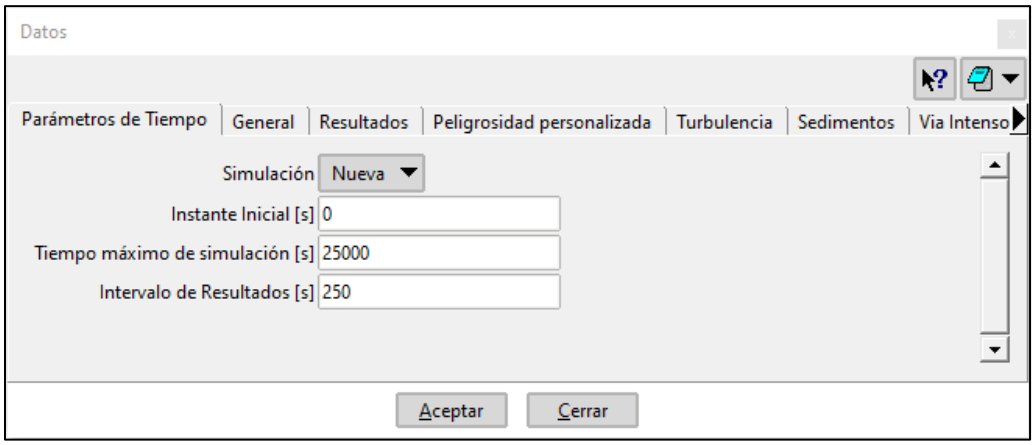


Figura 60. Tiempo de cálculo del modelo numérico en segundos.

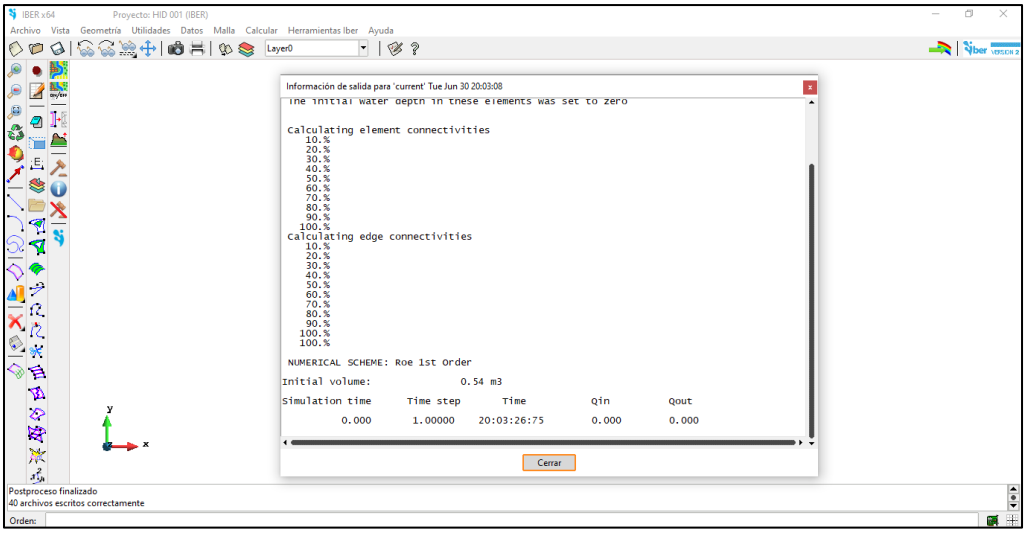


Figura 61. Proceso de Cálculo del programa.

8.2. Modelación matemática y resultados obtenidos para las condiciones actuales.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 5 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.20 y 1.20 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.50 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 62.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.72 a 10.26 m sobre el cauce, los calados de 11.97 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 63.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.54 a 9.21 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 10.75 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 64.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 4.65 a 4.35 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 4.53 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 65.

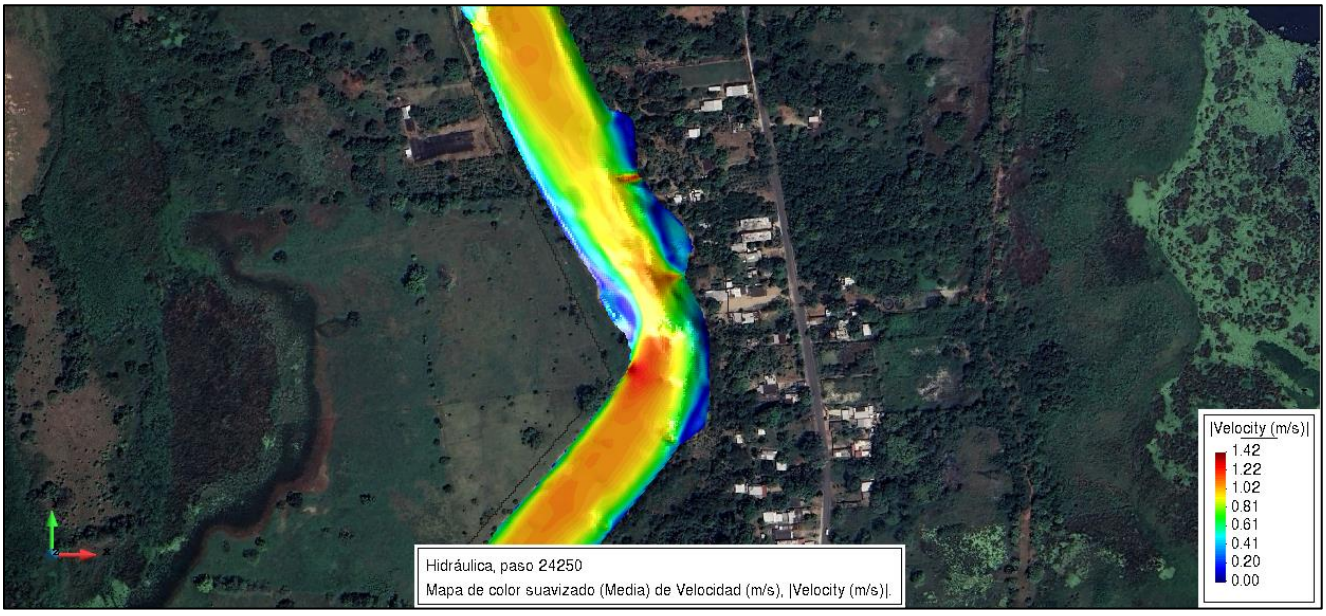


Figura 62. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 5 años.

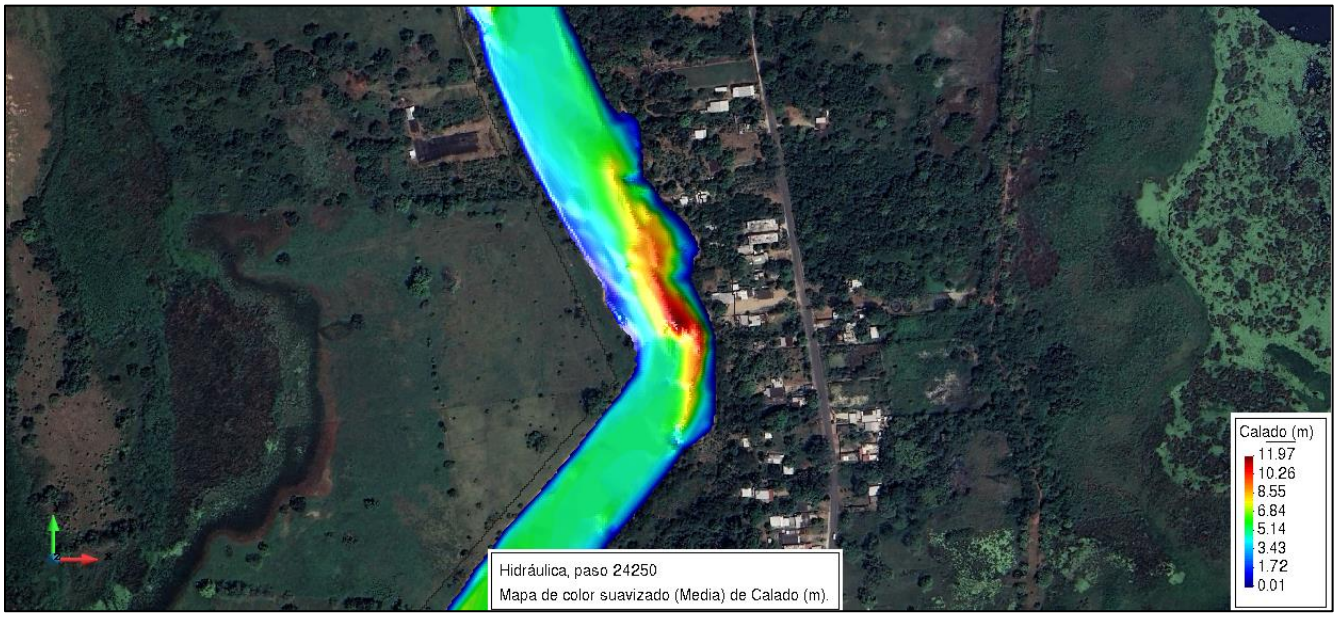


Figura 63. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =5 años.

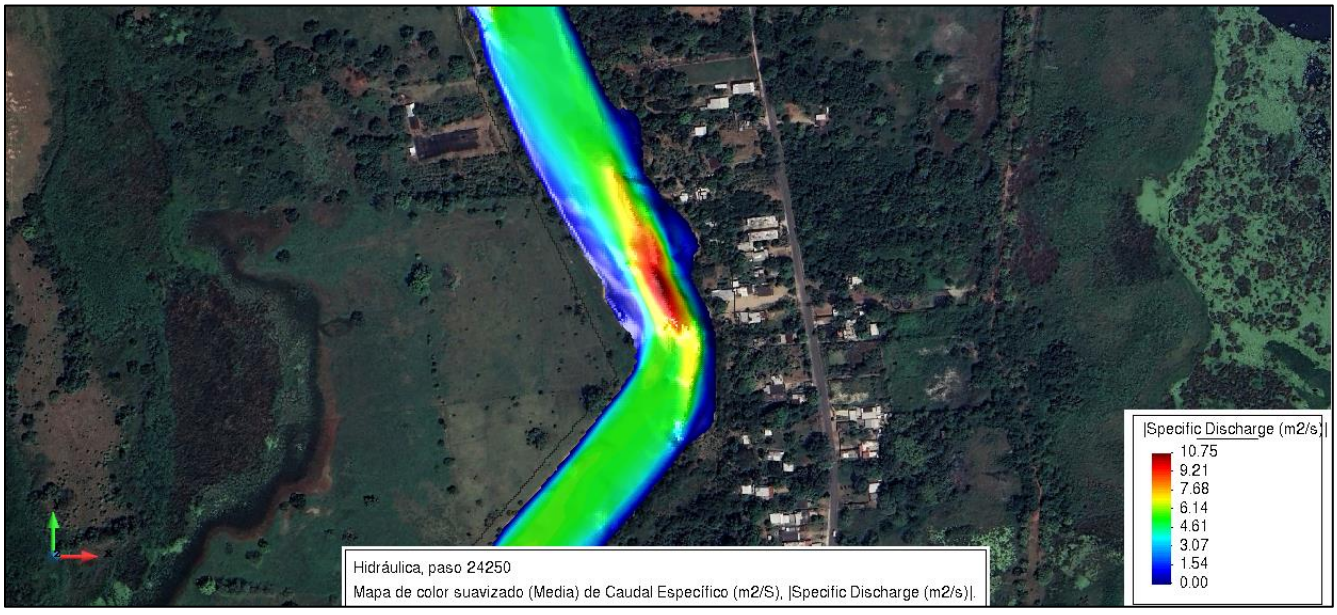


Figura 64. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 5 años.

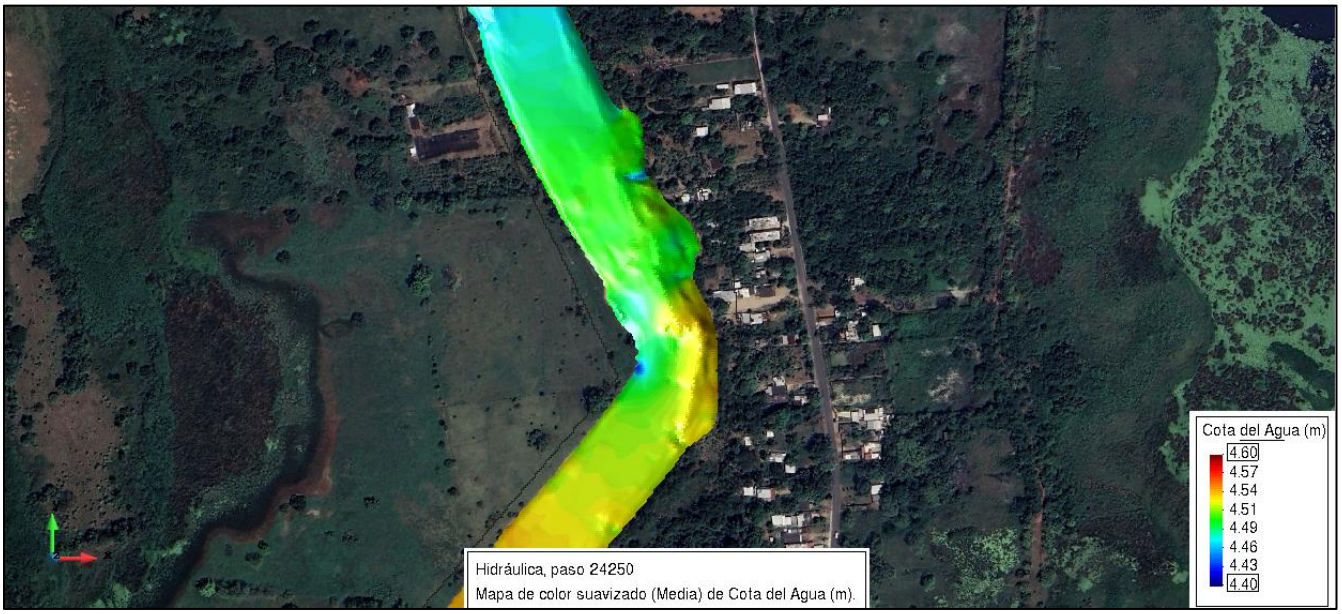


Figura 65. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =5 años.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 100 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.40 y 1.40 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.70 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 66.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.84 a 10.97 m sobre el cauce, los calados de 12.80 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 67.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.96 a 11.73 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 13.69 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 68.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 5.48 a 5.15 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 5.34 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 69.

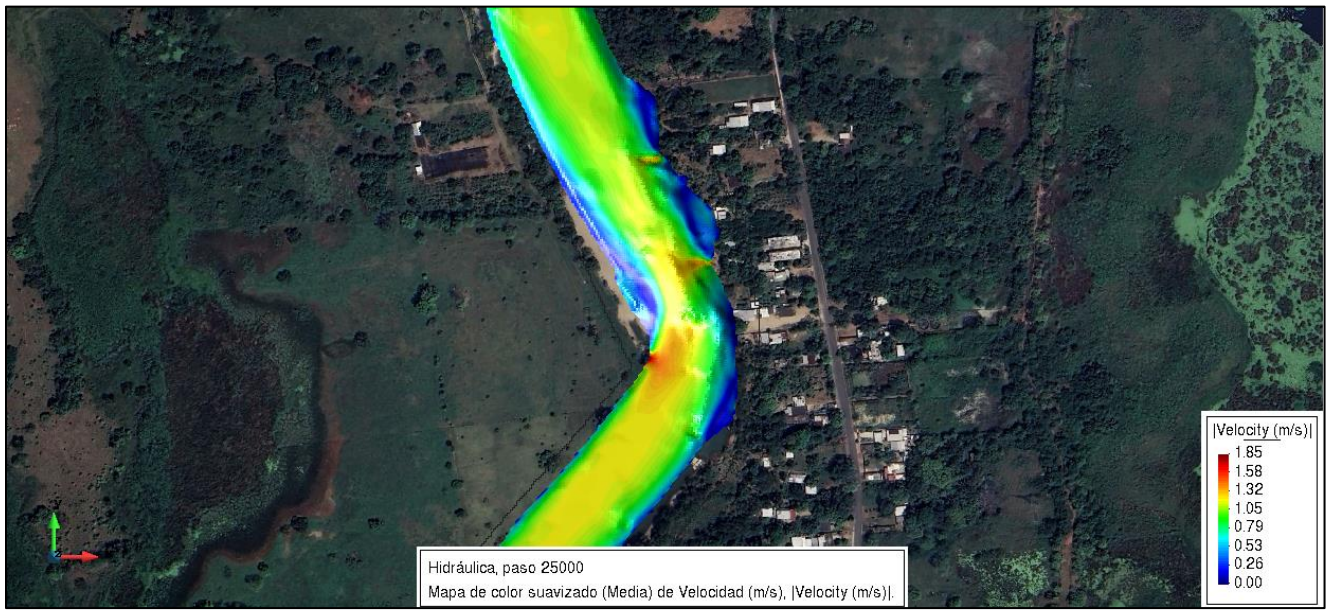


Figura 66. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 100 años.

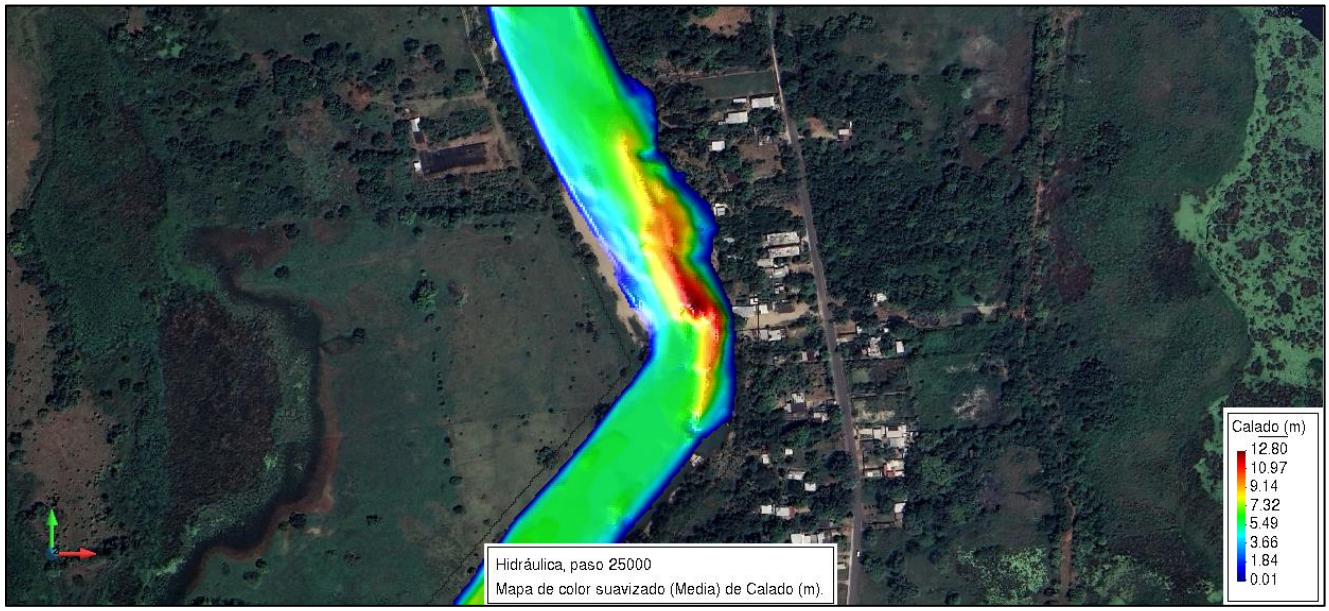


Figura 67. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =100 años.

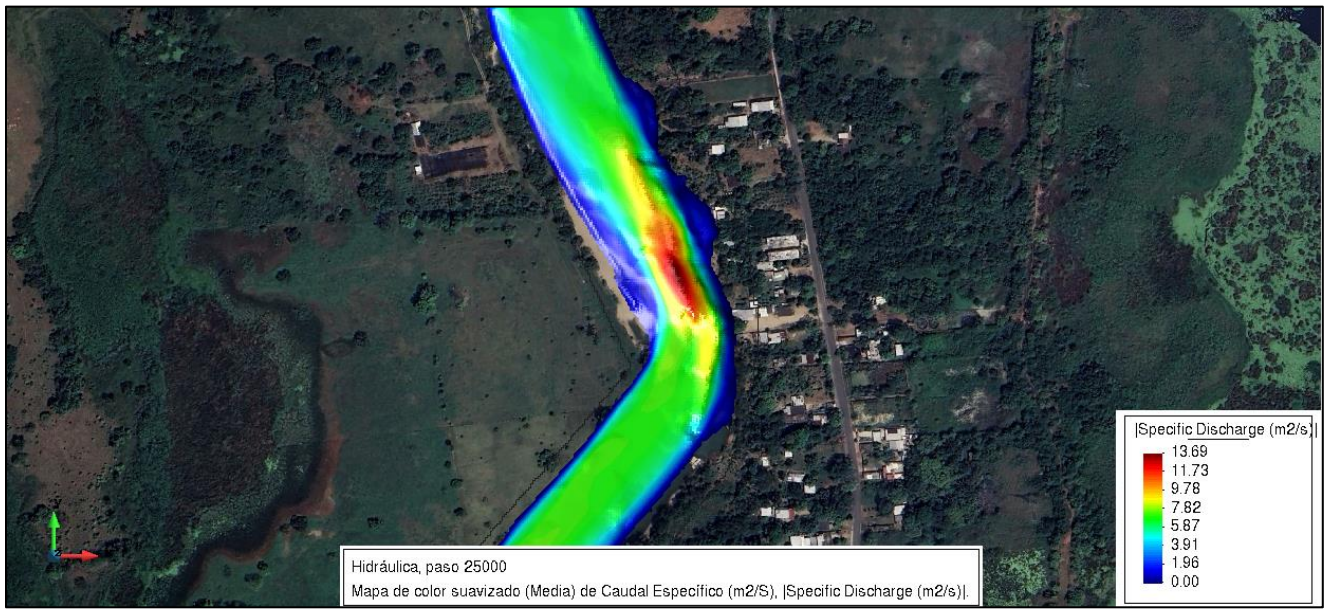


Figura 68. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 100 años.

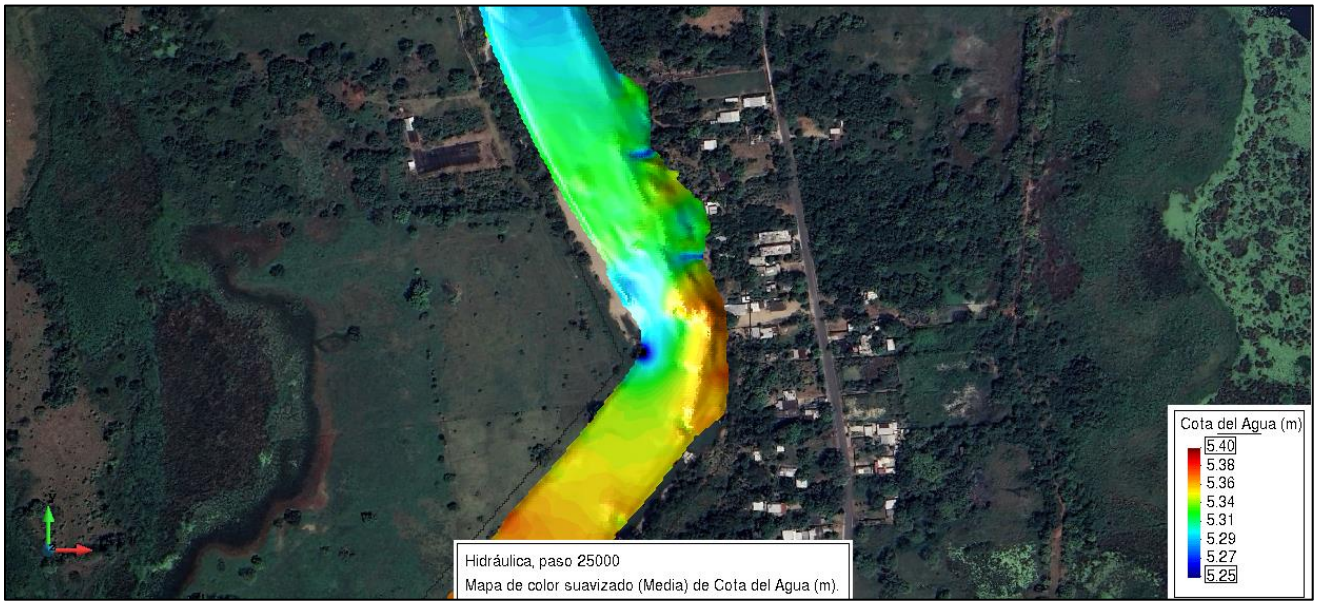


Figura 69. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =100 años.

8.3. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 1.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 5 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.26 y 1.53 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.79 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 70.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.72 a 10.28 m sobre el cauce, los calados de 11.99 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 71.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.72 a 10.35 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 12.07 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 72.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 4.65 a 4.35 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 4.53 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 73.

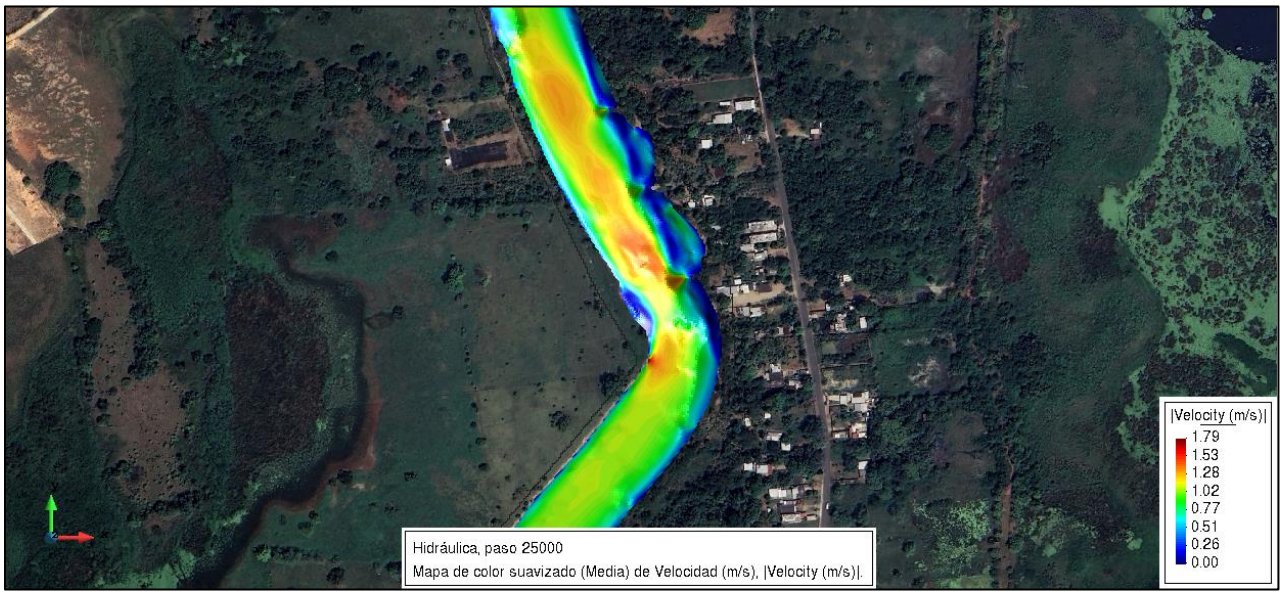


Figura 70. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 5 años.

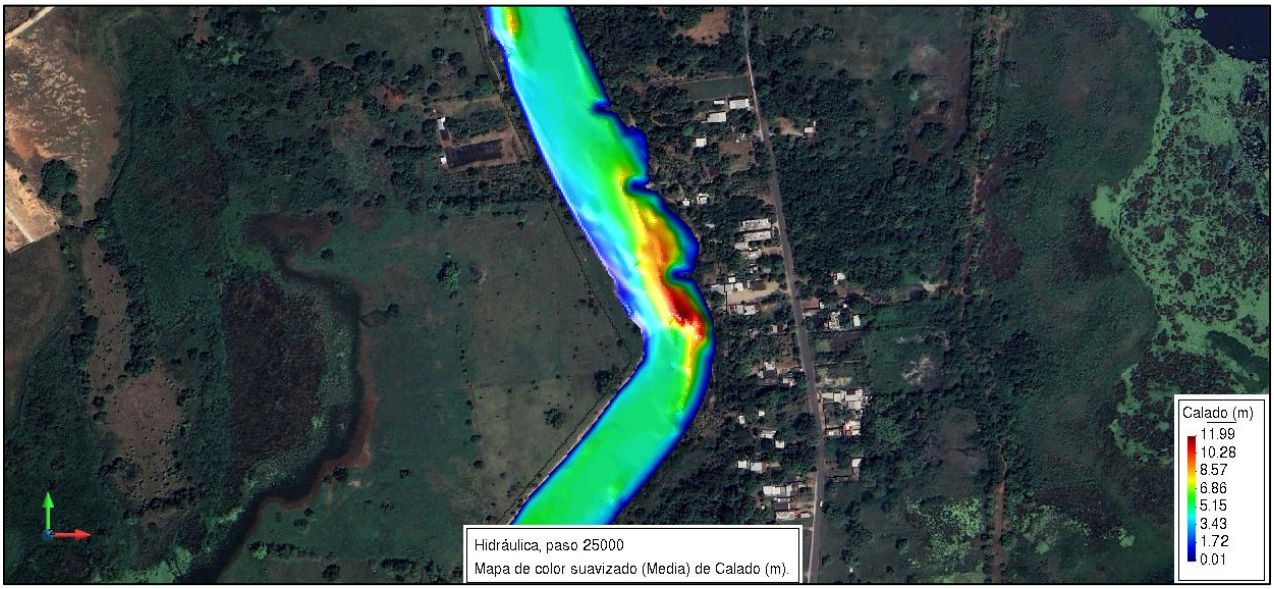


Figura 71. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =5 años.

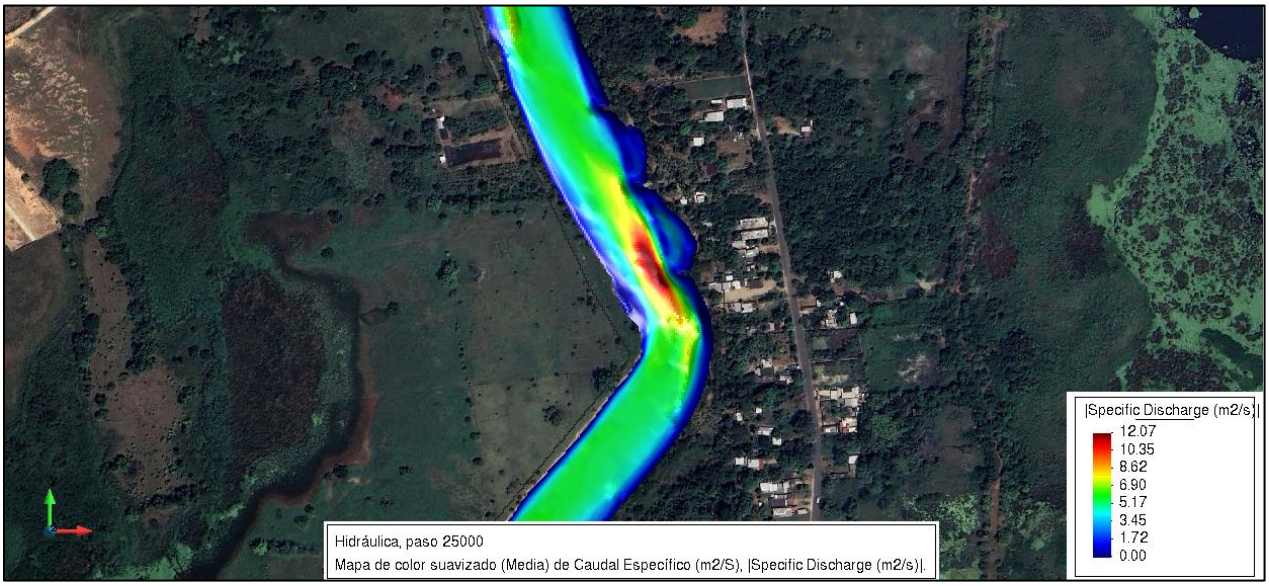


Figura 72. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 5 años.

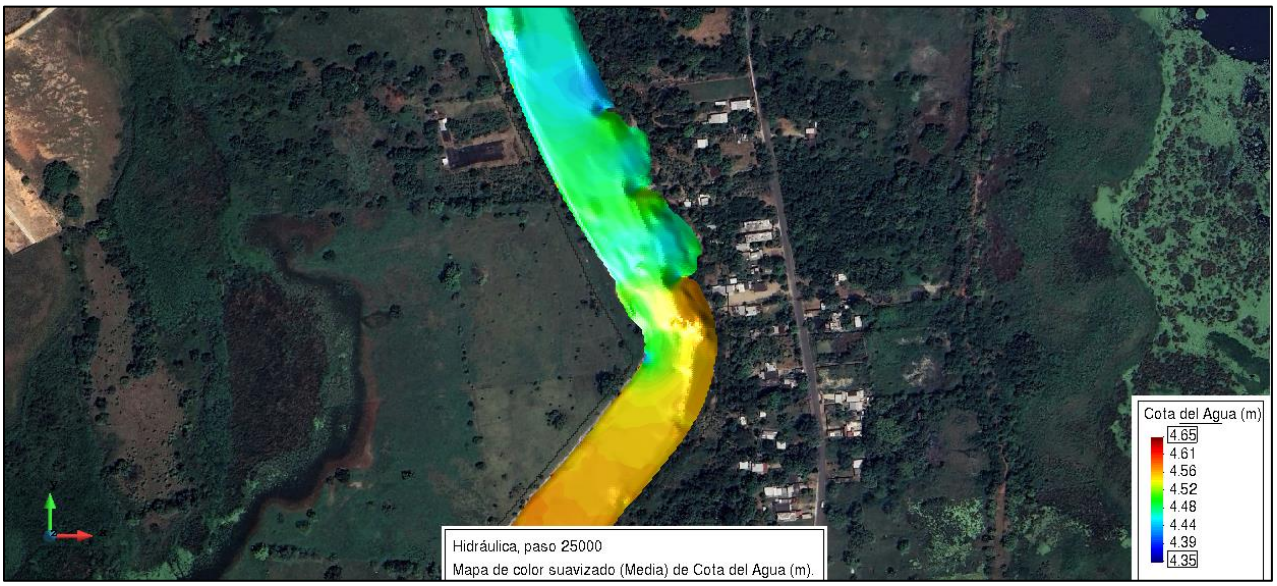


Figura 73. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =5 años.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 100 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.27 y 1.65 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.92 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 74.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.84 a 10.96 m sobre el cauce, los calados de 12.81 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 75.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 2.10 a 12.60 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 14.71 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 76.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 5.48 a 5.15 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 5.34 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 77.

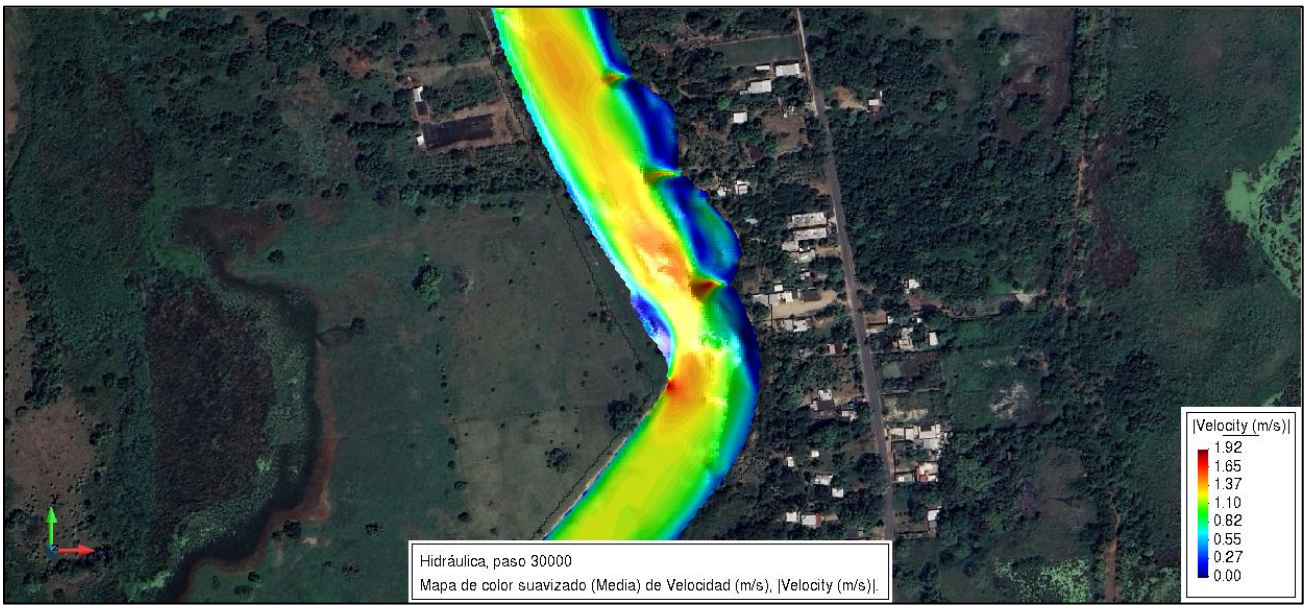


Figura 74. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 100 años.

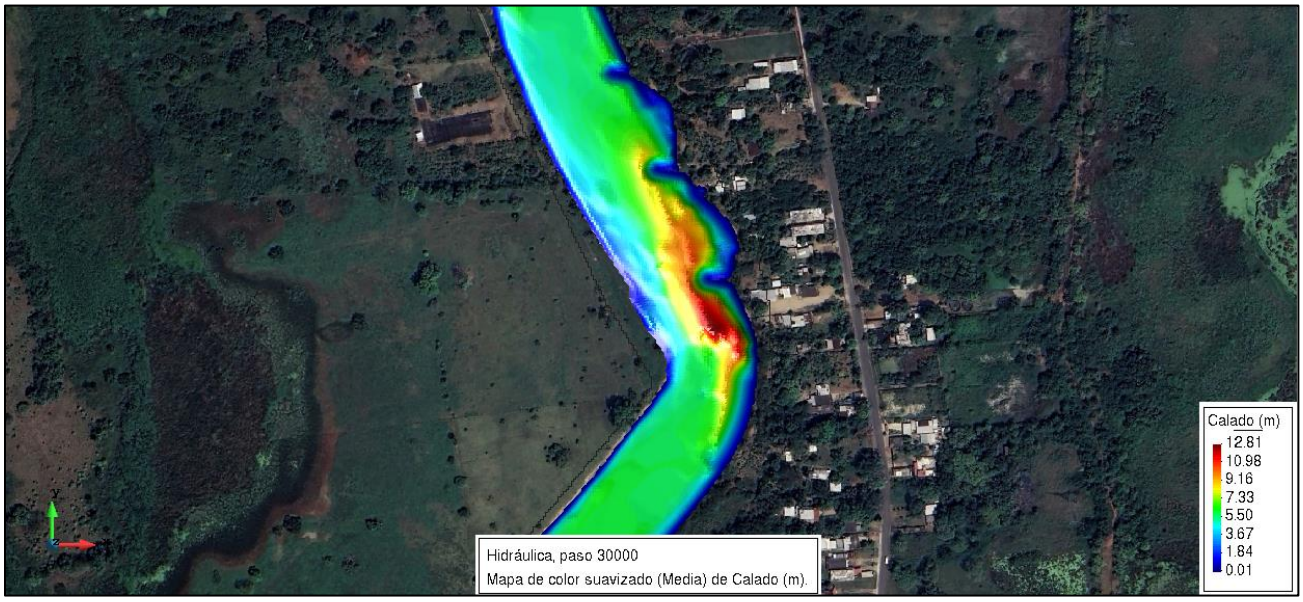


Figura 75. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =100 años.

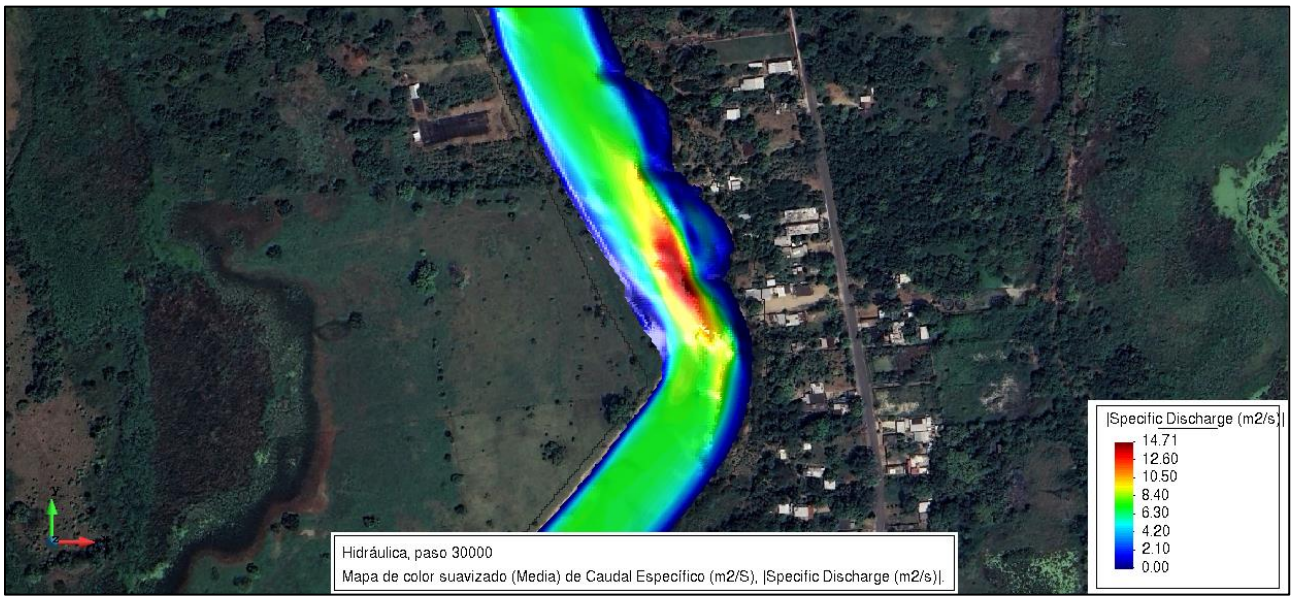


Figura 76. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 100 años.

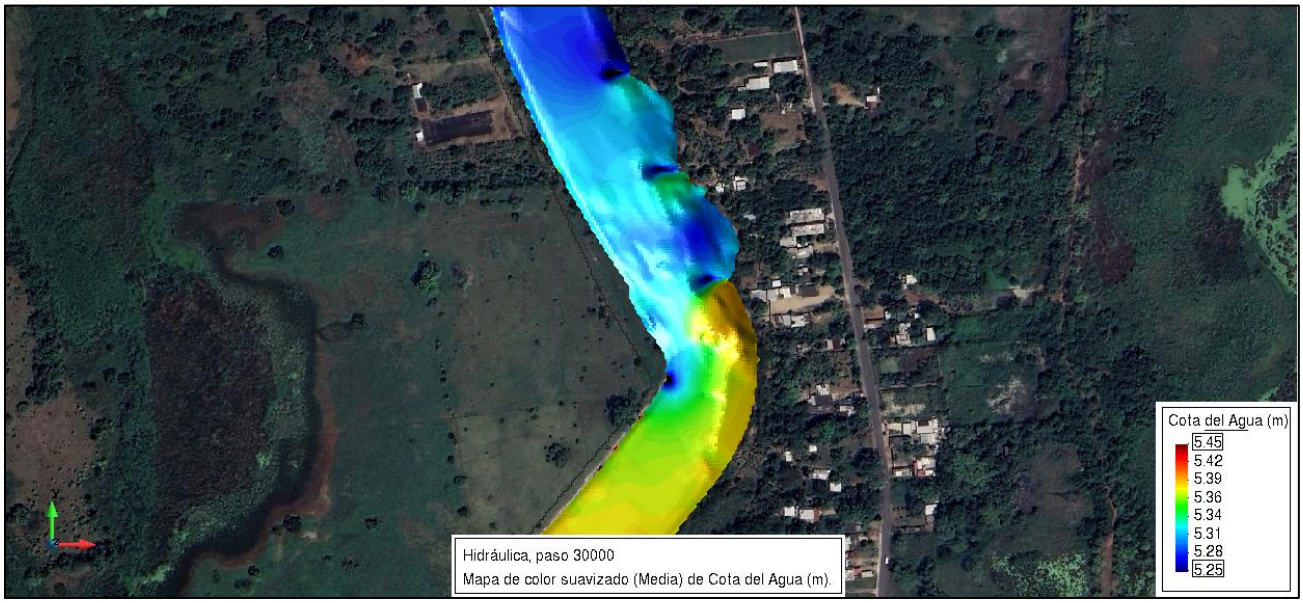


Figura 77. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =100 años.

8.4. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 2.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 5 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.20 y 1.42 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.65 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 78.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.73 a 10.30 m sobre el cauce, los calados de 12.02 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 79.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.73 a 9.75 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 11.38 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 80.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 4.65 a 4.35 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 4.53 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 81.

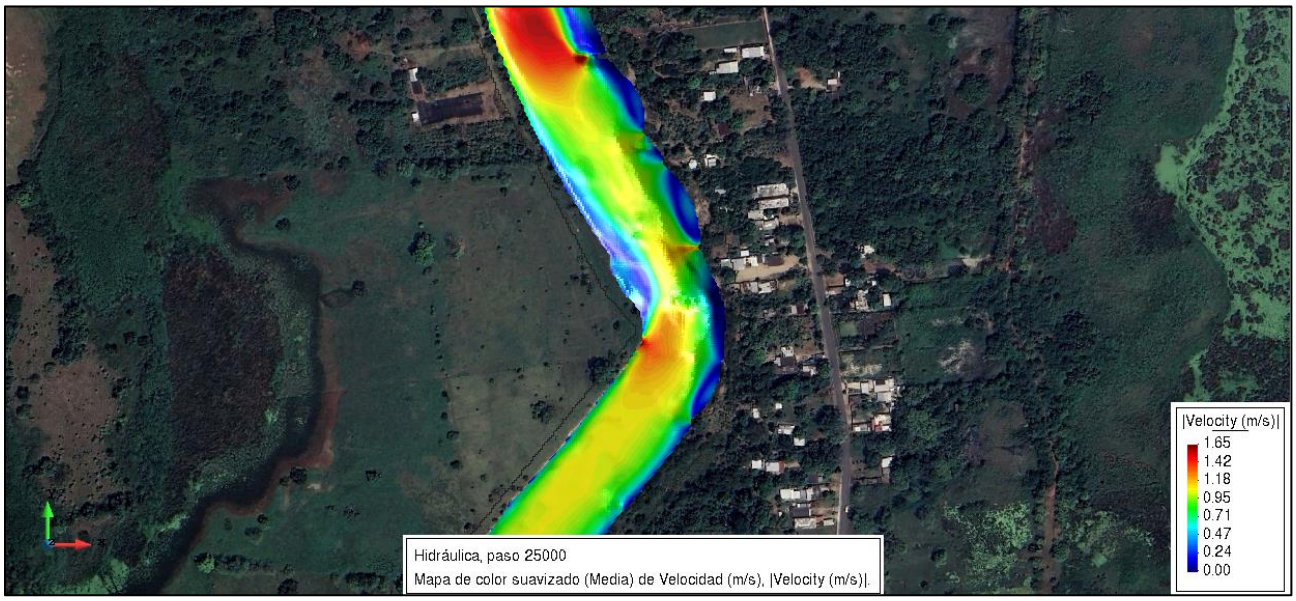


Figura 78. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 5 años.

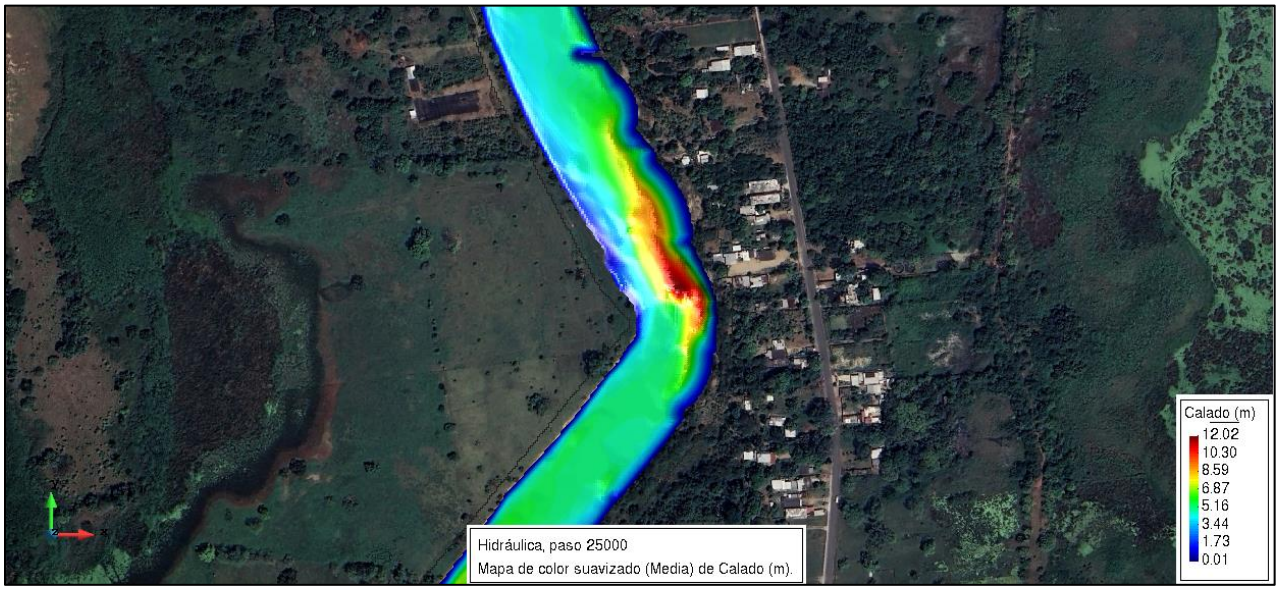


Figura 79. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =5 años.

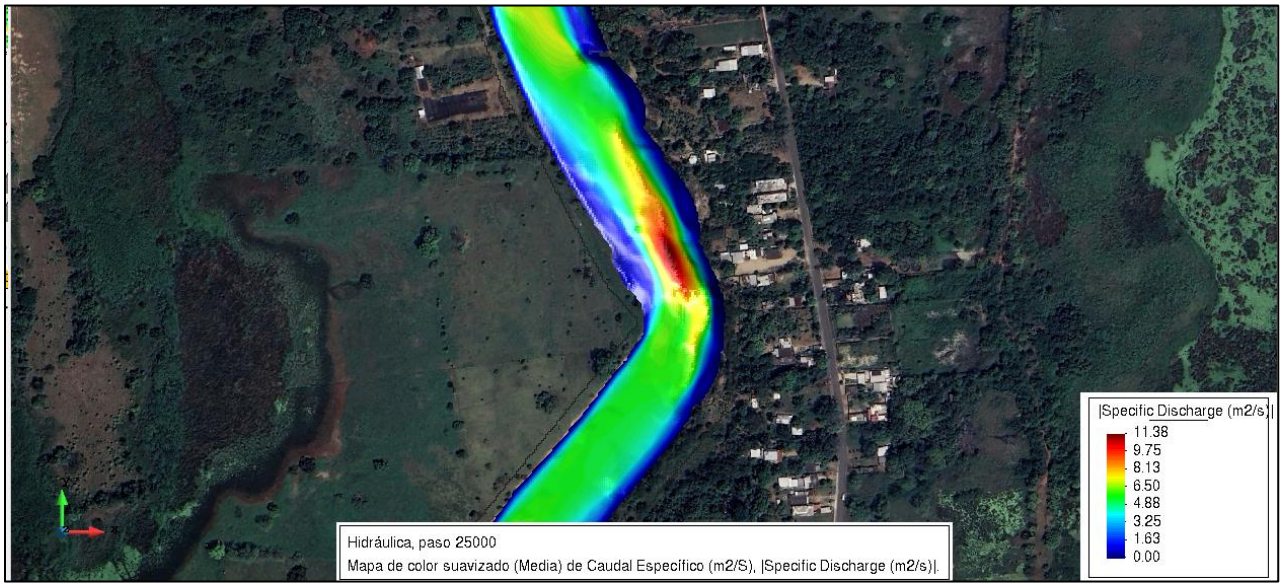


Figura 80. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 5 años.

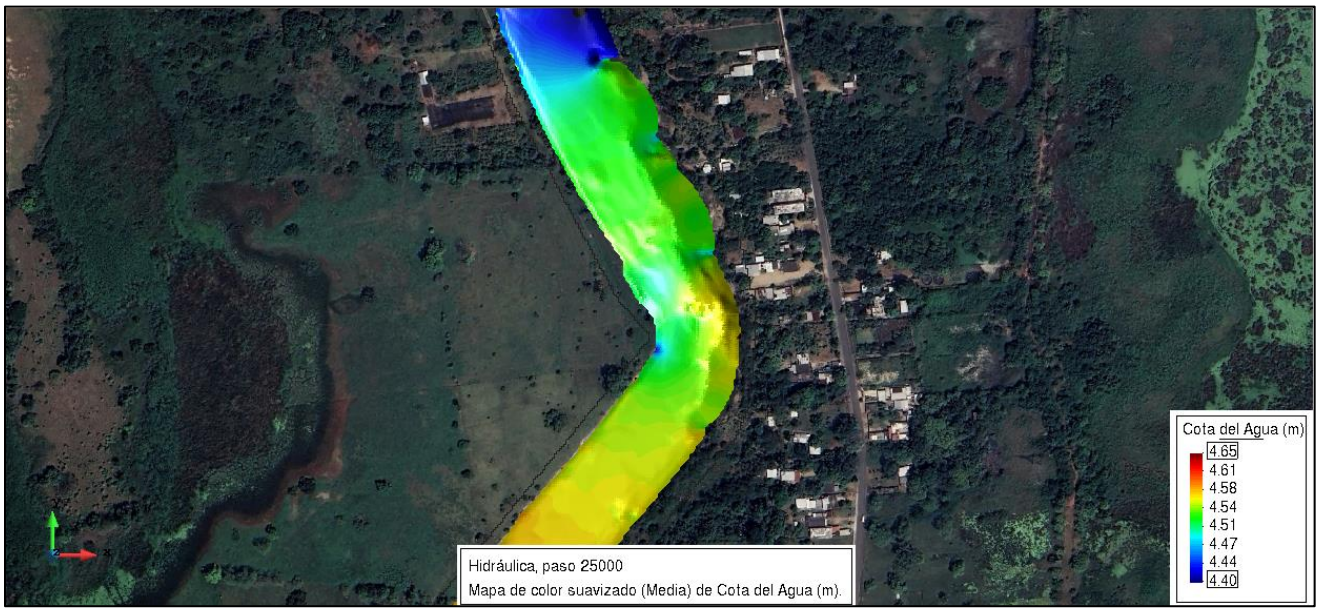


Figura 81. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =5 años.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 100 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.40 y 1.71 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.99 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 82.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.84 a 11.00 m sobre el cauce, los calados de 12.84 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 83.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.99 a 11.94 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 13.93 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 84.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 5.48 a 5.15 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 5.34 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 85.

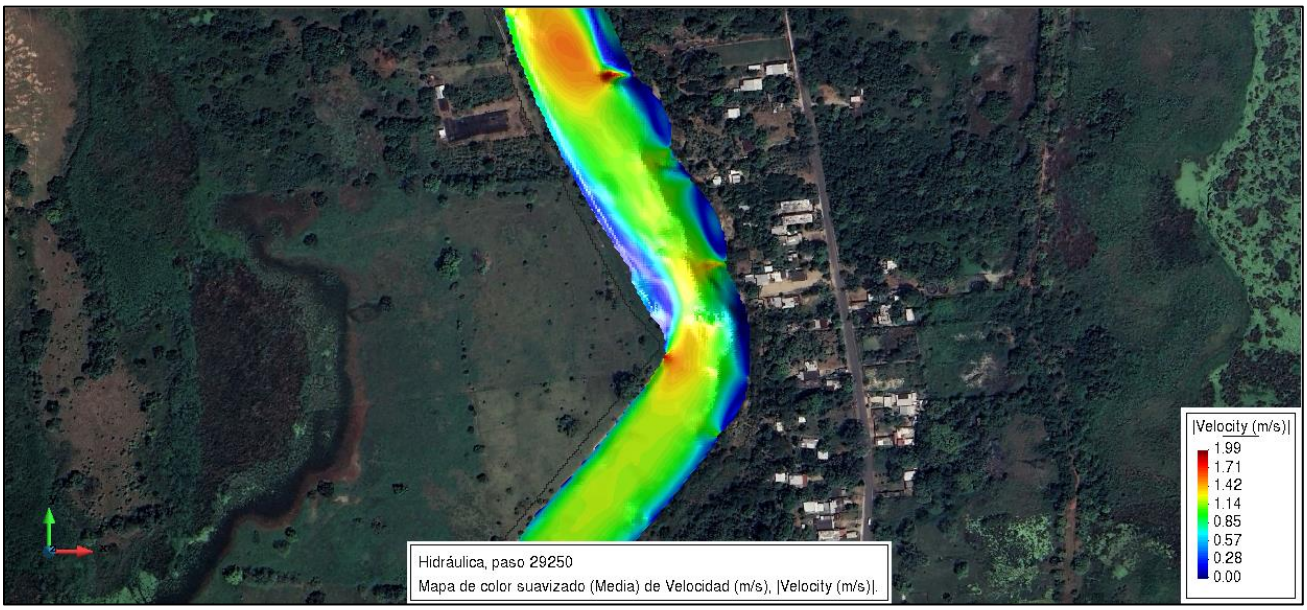


Figura 82. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 100 años.

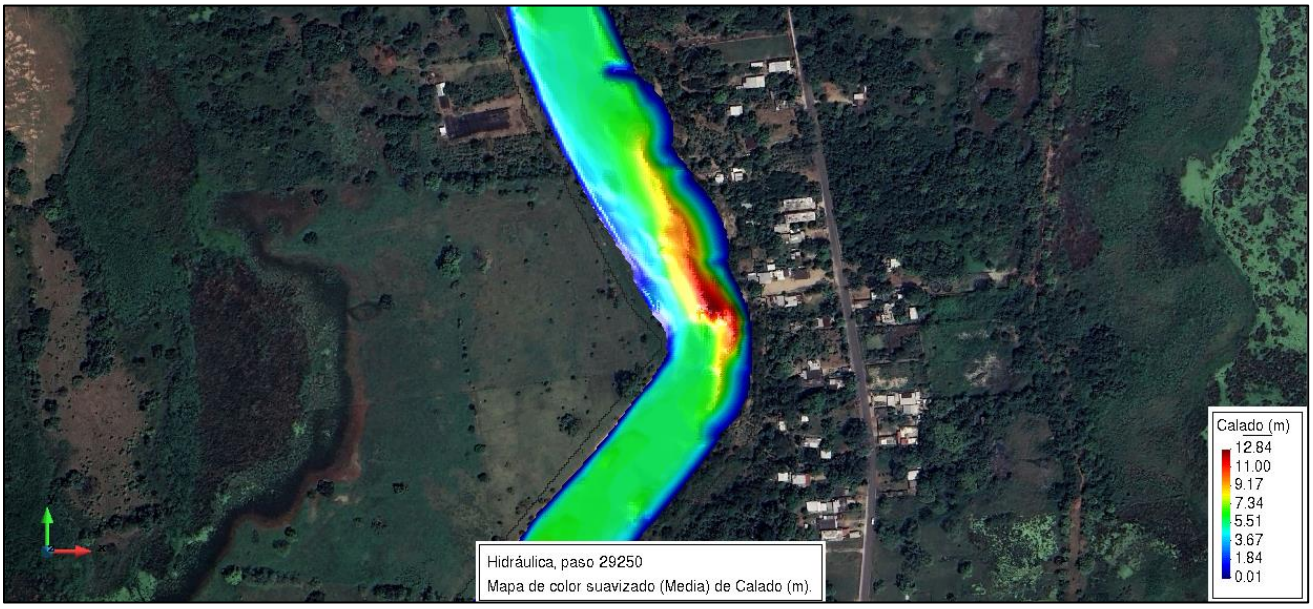


Figura 83. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =100 años.

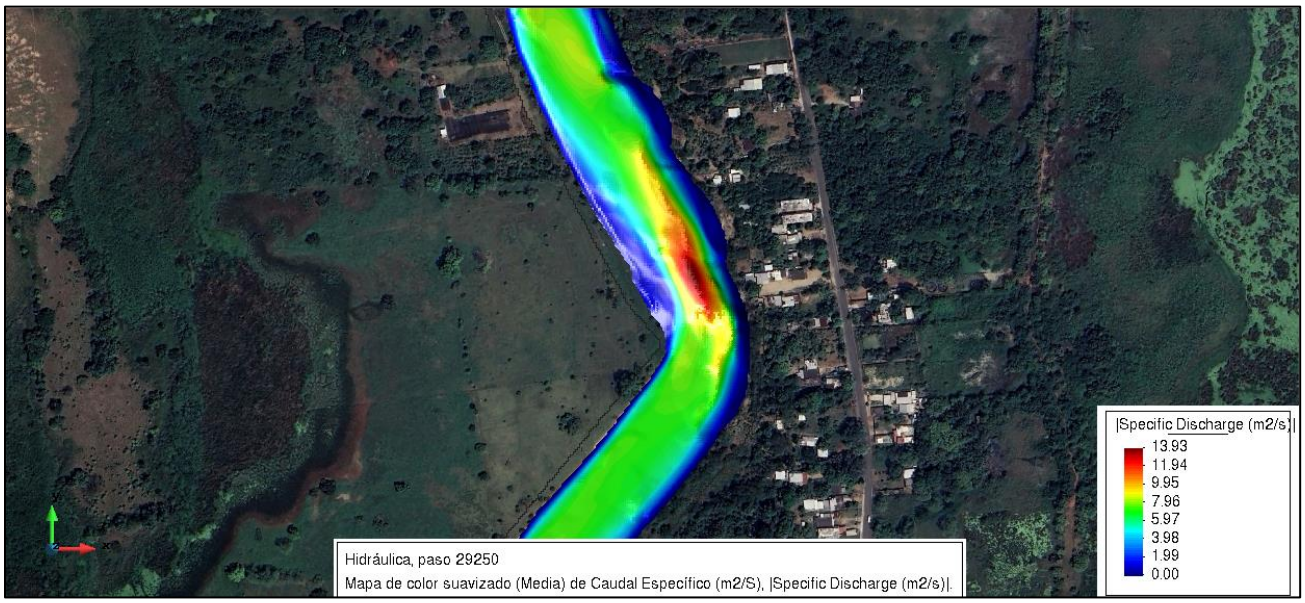


Figura 84. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 100 años.

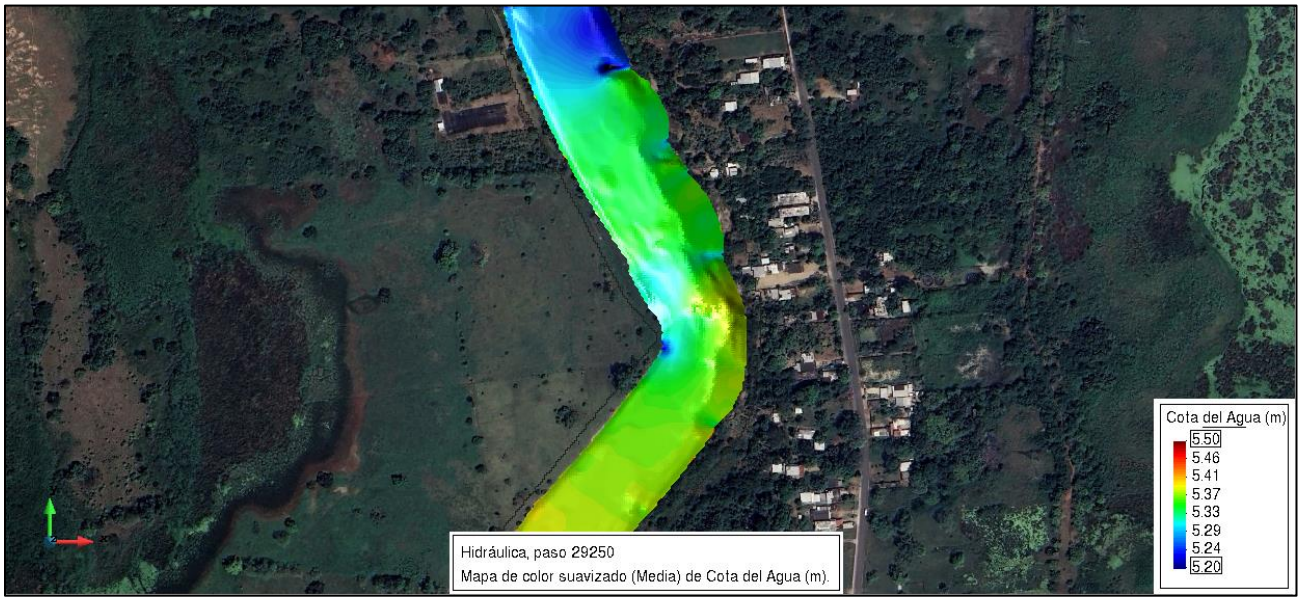


Figura 85. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =100 años.

8.5. Modelación matemática y resultados obtenidos para la opción de solución 3.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 5 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.20 y 1.45 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.70 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 86.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.72 a 10.27 m sobre el cauce, los calados de 11.98 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 87.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 1.66 a 9.99 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 11.65 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 88.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 4.65 a 4.35 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 4.53 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 89.

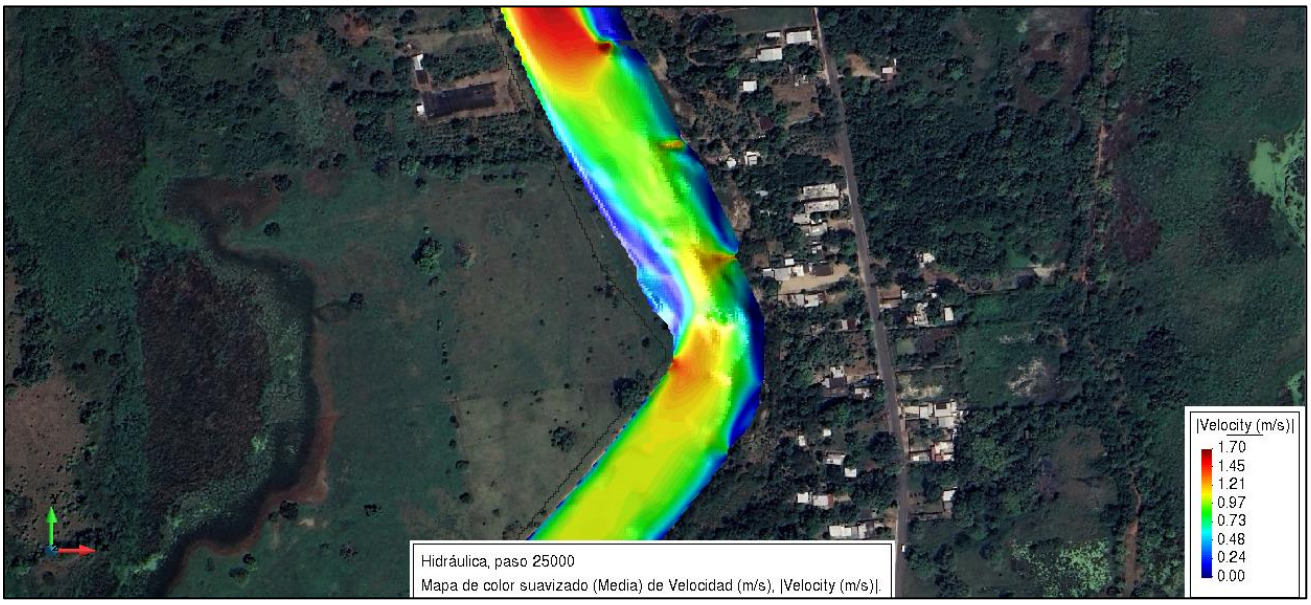


Figura 86. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 5 años.

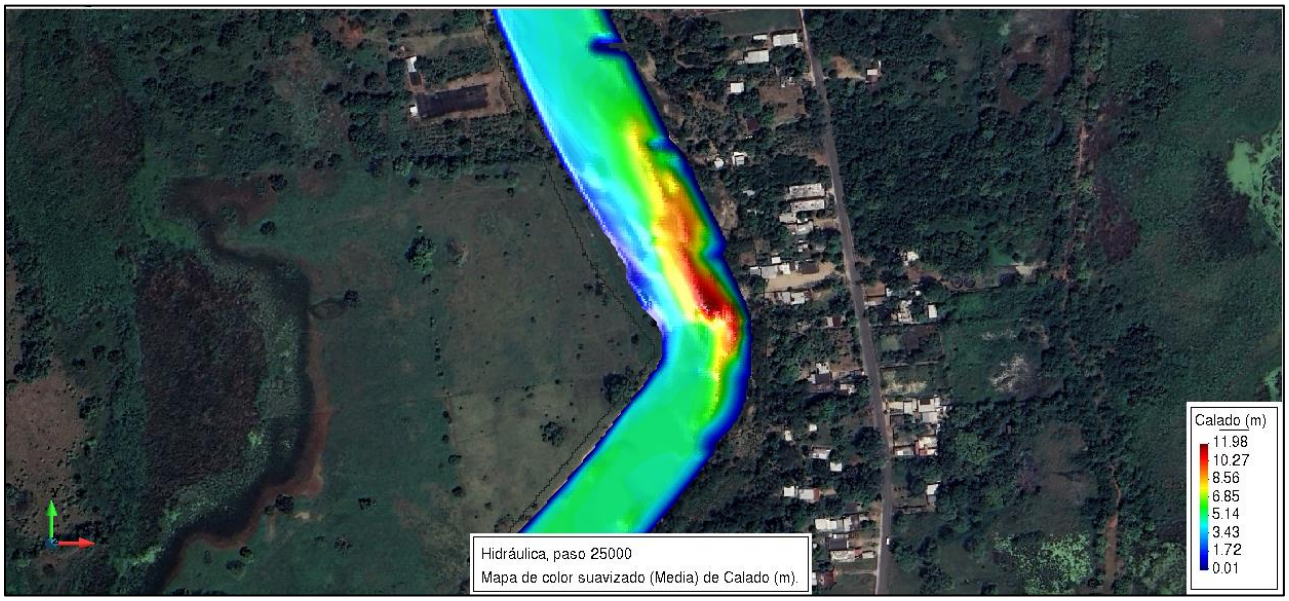


Figura 87. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =5 años.

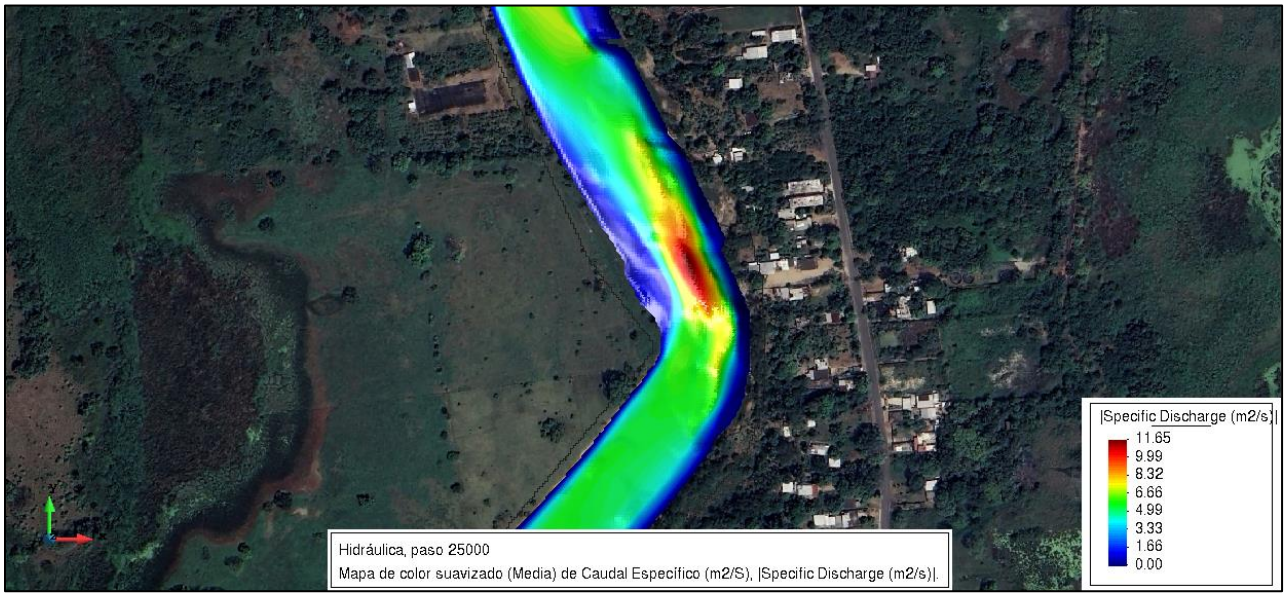


Figura 88. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 5 años.

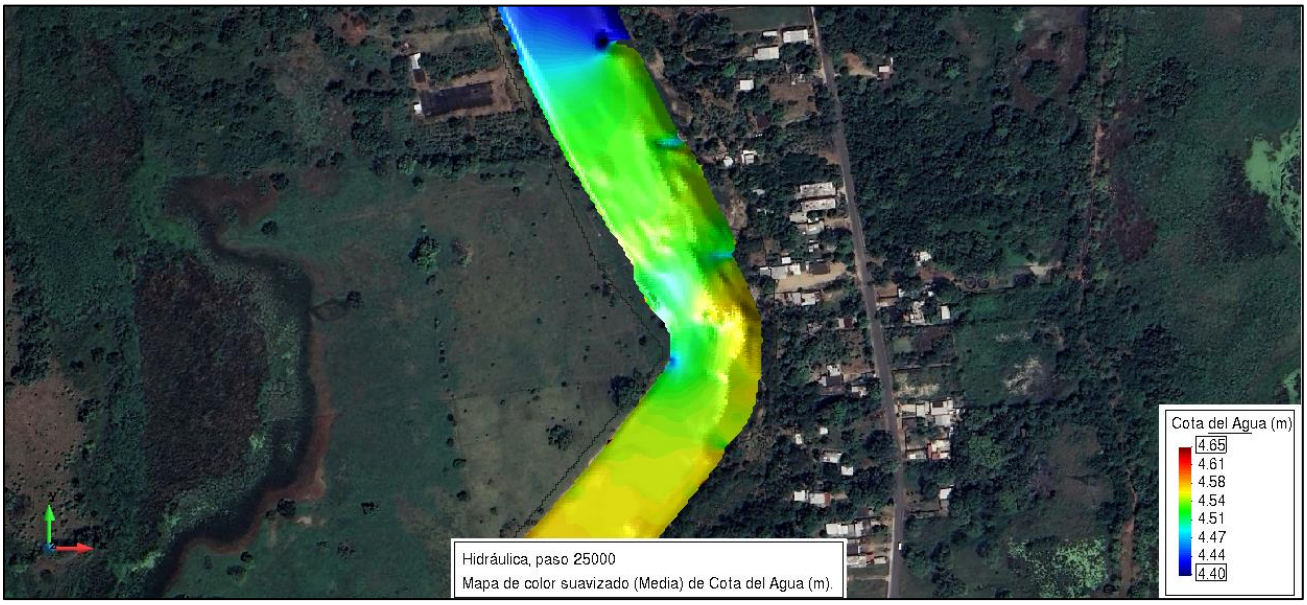


Figura 89. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =5 años.

RESULTADOS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS:

Del análisis numérico realizado podemos observar que para el gasto con Tr = 100 años en la zona de estudio las velocidades esperadas oscilan entre 0.40 y 1.51 m/s sobre el cauce, las velocidades de 1.81 m/s son las mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 90.

Los tirantes o calados esperados en la zona de estudio rondan en el rango de los 1.84 a 10.97 m sobre el cauce, los calados de 12.80 m son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 91.

Los gastos específicos esperados en la zona de estudio van desde los 2.07 a 12.42 m2/s sobre el cauce, el gasto especifico de 14.49 m2/s son los mayores, y estos se ubican en la zona de la curva siendo esta zona la más crítica, ver figura 92.

Las cotas de agua esperadas en la zona de estudio van desde los 5.48 a 5.15 msnm sobre el cauce, la cota de agua de 5.34 msnm se ubican en la zona de la curva ver figura 93.

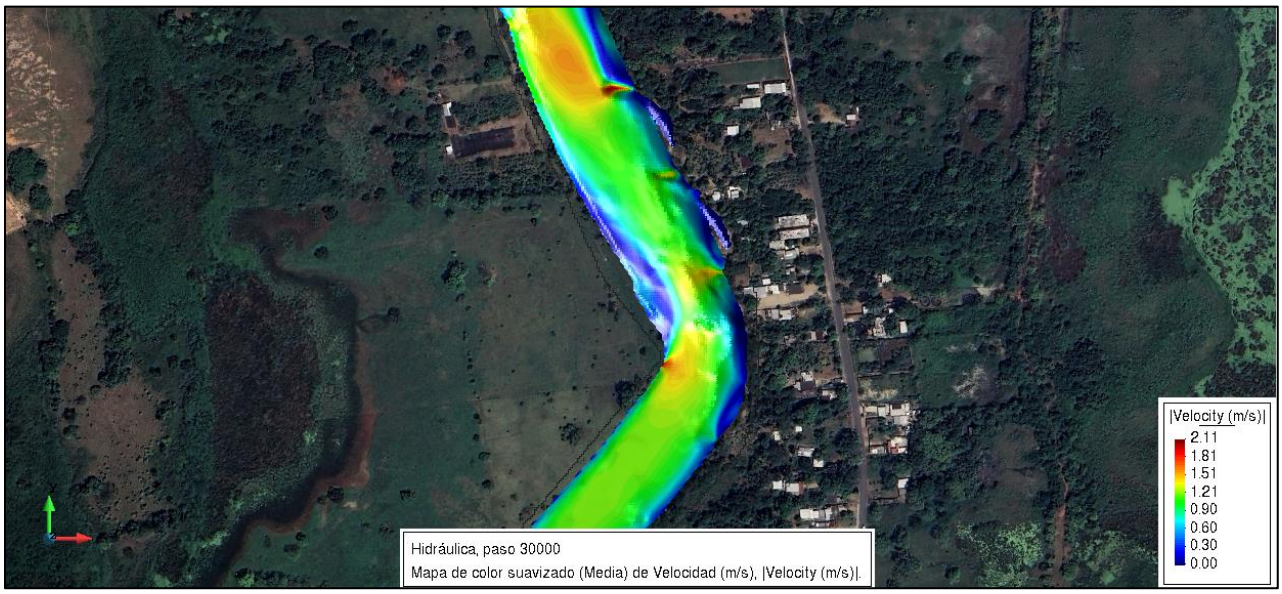


Figura 90. Evolución de las velocidades para el gasto de Tr = 100 años.

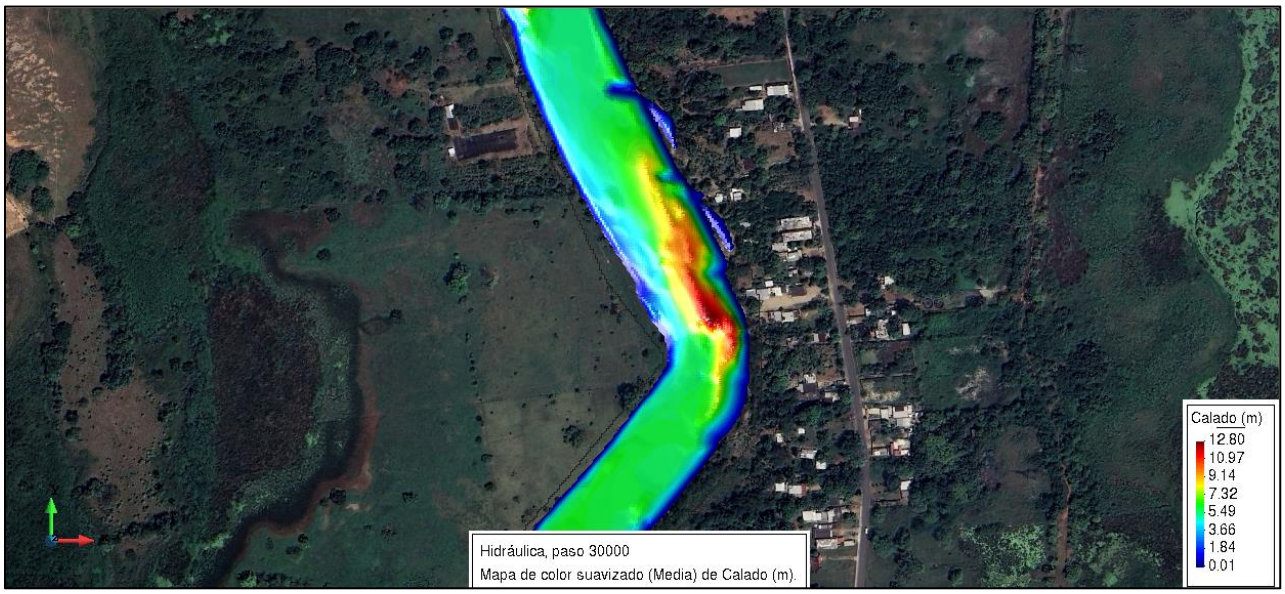


Figura 91. Evolución de los tirantes o calados para el gasto de Tr =100 años.

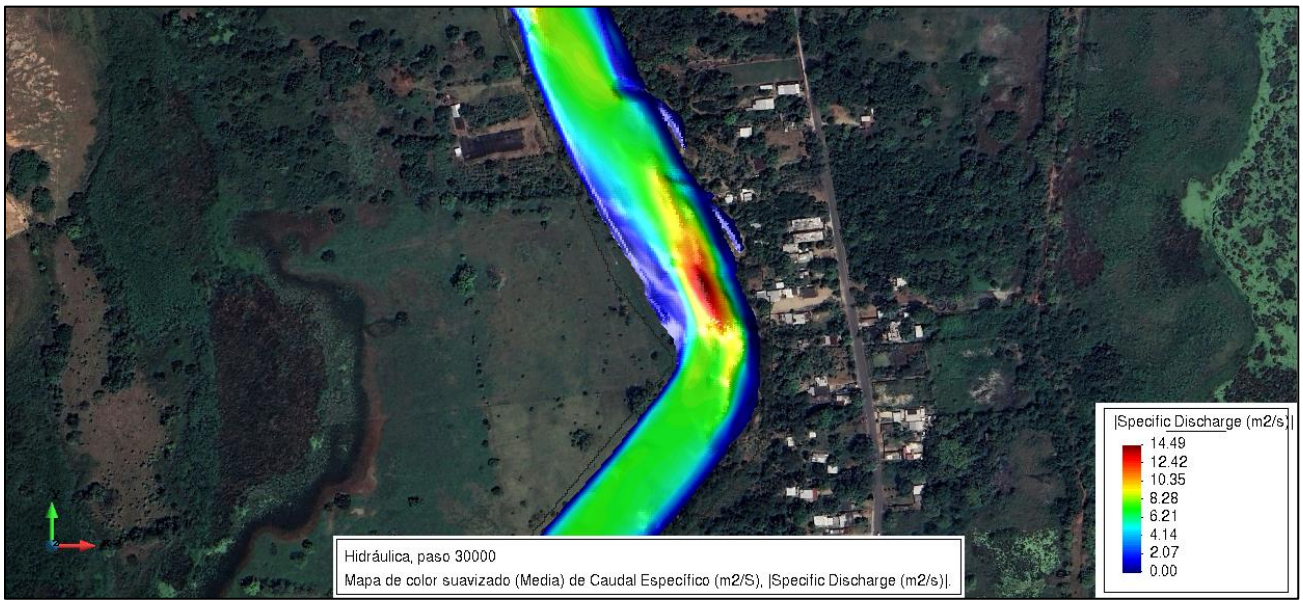


Figura 92. Evolución de los gastos específicos para el gasto de Tr = 100 años.

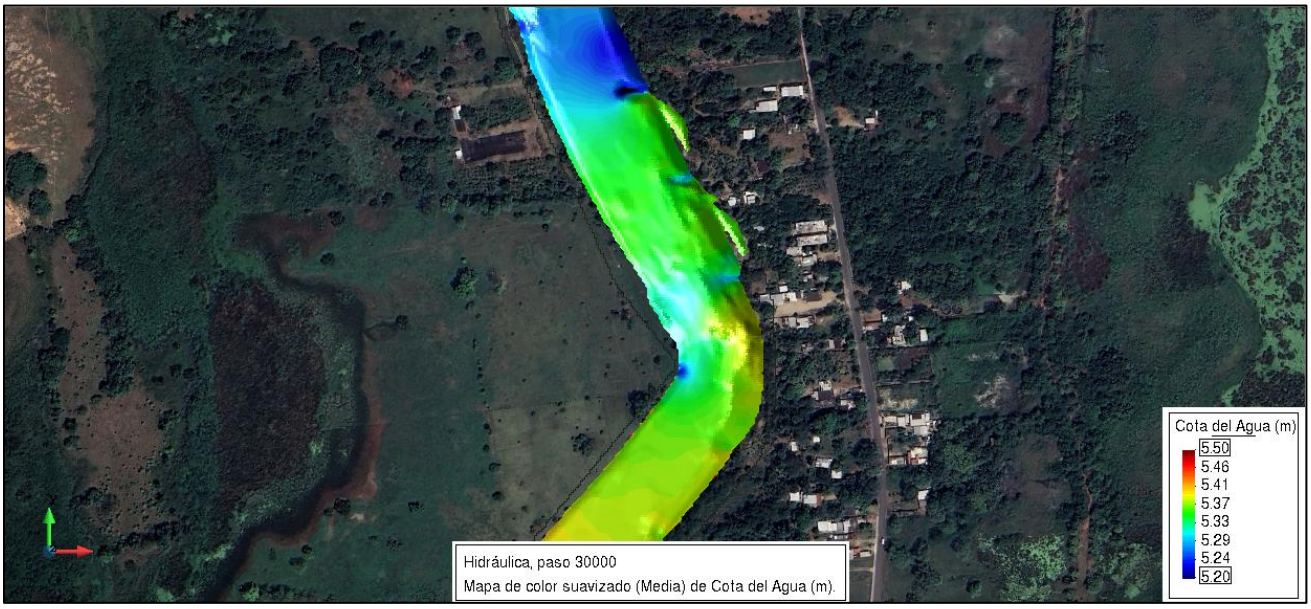


Figura 93. Evolución de las cotas de agua para el gasto de Tr =100 años.

8.6. Determinación de la velocidad critica media para materiales no cohesivos.

Para realizar el cálculo de la velocidad crítica se necesita emplear métodos que se apegan a las características del río, y para tal efecto es necesario conocer los datos generales: Aceleración de la gravedad, profundidad o tirante del flujo, diámetro característico y densidad relativa de las partículas que constituyen el cauce. Dentro de los métodos o criterios más utilizados se tienen:

Criterio de Lischtvan-Lebediev:

De acuerdo con las características del material de que se compone el lecho del río se utilizó el criterio expuesto por Lischtvan-Lebediev, donde pueden precisarse las velocidades máximas permisibles o máximas velocidades medias no erosivas, para suelos no cohesivos y para un intervalo amplio de diámetros de las partículas y de tirantes medios.

La ecuación adimensional para estimar la velocidad máxima con los datos de Lischtvan-Lebediev, según García Flores es:

Si $d/D \leq 744.1877$

$$\frac{U_c}{\sqrt{(S_s-1)gD}} = 1.630\left(\frac{d}{D}\right)^{0.1283}$$

Si $d/D > 744.1877$

$$\frac{U_c}{\sqrt{(S_s-1)gD}} = 0.4527\left(\frac{d}{D}\right)^{0.3221}$$

Donde:

Uc= Velocidad máxima permisible.

d= profundidad o tirante del flujo.

D= diámetro característico de las partículas que constituye el cauce (D_{50})

Ss= densidad relativa de las partículas del cauce.

g= aceleración de la gravedad.

Ecuación de Neill:

Otra forma para determinar la velocidad permisible en el lecho del cauce del río es mediante la siguiente ecuación, y sugiere que:

$$\frac{U_c}{\sqrt{(S_s-1)gD}} = 1.414\left(\frac{d}{D}\right)^{\frac{1}{6}}$$

Ecuación de Maza-García:

Estos autores analizaron varios criterios de esfuerzo cortante crítico y empleando una ecuación de transición, evaluaron las respectivas velocidades críticas medias, las cuales compararon con otros criterios de velocidad crítica media. Como resultado de análisis, Maza y García Flores propusieron la siguiente ecuación adimensional para calcular la velocidad crítica media en cauces no cohesivos e hidrodinámicamente rugosos.

$$\frac{U_c}{\sqrt{(S_s-1)gD}} = 1.5040\left(\frac{d}{D}\right)^{0.15}$$

Se usaran los 3 métodos antes descritos para realizar las comparaciones de los resultados de cada uno.

Tabla 11. Resultados de velocidades críticas del suelo no cohesivo para el SM-02.

ESTACION	PROFUNDIDAD d (m)	DENSIDAD RELATIVA (Ss)	D (m)	d/D	LISCHTVAN - LEBEDIEV Uc (m/s)	NEILL Uc (m/s)	MAZA - GARCIA Uc (m/s)
2+000	8.23	2.63	0.00016	51437.500	0.75	0.44	0.39
1+980	7.86	2.63	0.00016	49125.000	0.74	0.43	0.38
1+960	7.75	2.63	0.00016	48437.500	0.74	0.43	0.38
1+940	7.73	2.63	0.00016	48312.500	0.74	0.43	0.38
1+920	7.61	2.63	0.00016	47562.500	0.74	0.43	0.38
1+900	7.46	2.63	0.00016	46625.000	0.73	0.43	0.38
1+880	7.45	2.63	0.00016	46562.500	0.73	0.43	0.38
1+860	7.45	2.63	0.00016	46562.500	0.73	0.43	0.38
1+840	7.21	2.63	0.00016	45062.500	0.72	0.43	0.38
1+820	7.45	2.63	0.00016	46562.500	0.73	0.43	0.38
1+800	7.31	2.63	0.00016	45687.500	0.73	0.43	0.38
1+780	6.96	2.63	0.00016	43500.000	0.71	0.42	0.38
1+760	6.73	2.63	0.00016	42062.500	0.71	0.42	0.38
1+740	6.69	2.63	0.00016	41812.500	0.71	0.42	0.38
1+720	6.69	2.63	0.00016	41812.500	0.71	0.42	0.38
1+700	6.71	2.63	0.00016	41937.500	0.71	0.42	0.38
1+680	6.71	2.63	0.00016	41937.500	0.71	0.42	0.38
1+660	7.14	2.63	0.00016	44625.000	0.72	0.43	0.38
1+640	6.92	2.63	0.00016	43250.000	0.71	0.42	0.38
1+620	6.92	2.63	0.00016	43250.000	0.71	0.42	0.38
1+600	7.00	2.63	0.00016	43750.000	0.72	0.42	0.38
1+580	7.05	2.63	0.00016	44062.500	0.72	0.42	0.38
1+560	6.68	2.63	0.00016	41750.000	0.70	0.42	0.38
1+540	6.98	2.63	0.00016	43625.000	0.71	0.42	0.38
1+520	7.31	2.63	0.00016	45687.500	0.73	0.43	0.38
1+500	7.35	2.63	0.00016	45937.500	0.73	0.43	0.38
1+480	7.15	2.63	0.00016	44687.500	0.72	0.43	0.38
1+460	7.55	2.63	0.00016	47187.500	0.73	0.43	0.38
1+440	7.26	2.63	0.00016	45375.000	0.72	0.43	0.38

1+420	7.83	2.63	0.00016	48937.500	0.74	0.43	0.38
1+400	7.88	2.63	0.00016	49250.000	0.74	0.43	0.38
1+380	7.38	2.63	0.00016	46125.000	0.73	0.43	0.38
1+360	7.14	2.63	0.00016	44625.000	0.72	0.43	0.38
1+340	6.76	2.63	0.00016	42250.000	0.71	0.42	0.38
1+320	6.48	2.63	0.00016	40500.000	0.70	0.42	0.37
1+300	6.27	2.63	0.00016	39187.500	0.69	0.42	0.37
1+280	6.12	2.63	0.00016	38250.000	0.69	0.41	0.37
1+260	6.13	2.63	0.00016	38312.500	0.69	0.41	0.37
1+240	6.36	2.63	0.00016	39750.000	0.69	0.42	0.37
1+220	6.12	2.63	0.00016	38250.000	0.69	0.41	0.37
1+200	5.93	2.63	0.00016	37062.500	0.68	0.41	0.37
1+180	5.87	2.63	0.00016	36687.500	0.68	0.41	0.37
1+160	6.40	2.63	0.00016	40000.000	0.70	0.42	0.37
1+140	8.97	2.63	0.00016	56062.500	0.78	0.44	0.39
1+120	10.12	2.63	0.00016	63250.000	0.81	0.45	0.40
1+100	10.39	2.63	0.00016	64937.500	0.81	0.45	0.40
1+080	12.09	2.63	0.00016	75562.500	0.85	0.46	0.41
1+060	12.27	2.63	0.00016	76687.500	0.86	0.47	0.41
1+040	11.09	2.63	0.00016	69312.500	0.83	0.46	0.40
1+020	10.61	2.63	0.00016	66312.500	0.82	0.45	0.40
1+000	10.35	2.63	0.00016	64687.500	0.81	0.45	0.40
0+980	9.58	2.63	0.00016	59875.000	0.79	0.45	0.40
0+960	8.76	2.63	0.00016	54750.000	0.77	0.44	0.39
0+940	8.59	2.63	0.00016	53687.500	0.76	0.44	0.39
0+920	8.07	2.63	0.00016	50437.500	0.75	0.43	0.39
0+900	6.60	2.63	0.00016	41250.000	0.70	0.42	0.37
0+880	6.32	2.63	0.00016	39500.000	0.69	0.42	0.37
0+860	6.31	2.63	0.00016	39437.500	0.69	0.42	0.37
0+840	6.31	2.63	0.00016	39437.500	0.69	0.42	0.37
0+820	6.05	2.63	0.00016	37812.500	0.68	0.41	0.37
0+800	5.98	2.63	0.00016	37375.000	0.68	0.41	0.37
0+780	6.05	2.63	0.00016	37812.500	0.68	0.41	0.37
0+760	7.31	2.63	0.00016	45687.500	0.73	0.43	0.38
0+740	8.80	2.63	0.00016	55000.000	0.77	0.44	0.39

0+720	7.52	2.63	0.00016	47000.000	0.73	0.43	0.38
0+700	6.66	2.63	0.00016	41625.000	0.70	0.42	0.38
0+680	7.79	2.63	0.00016	48687.500	0.74	0.43	0.38
0+660	6.87	2.63	0.00016	42937.500	0.71	0.42	0.38
0+640	6.65	2.63	0.00016	41562.500	0.70	0.42	0.38
0+620	7.04	2.63	0.00016	44000.000	0.72	0.42	0.38
0+600	7.27	2.63	0.00016	45437.500	0.72	0.43	0.38
0+580	6.98	2.63	0.00016	43625.000	0.71	0.42	0.38
0+560	6.76	2.63	0.00016	42250.000	0.71	0.42	0.38
0+540	7.51	2.63	0.00016	46937.500	0.73	0.43	0.38
0+520	6.75	2.63	0.00016	42187.500	0.71	0.42	0.38
0+500	6.99	2.63	0.00016	43687.500	0.72	0.42	0.38
0+480	7.50	2.63	0.00016	46875.000	0.73	0.43	0.38
0+460	6.69	2.63	0.00016	41812.500	0.71	0.42	0.38
0+440	7.24	2.63	0.00016	45250.000	0.72	0.43	0.38
0+420	7.47	2.63	0.00016	46687.500	0.73	0.43	0.38
0+400	7.47	2.63	0.00016	46687.500	0.73	0.43	0.38
0+380	6.99	2.63	0.00016	43687.500	0.72	0.42	0.38
0+360	7.21	2.63	0.00016	45062.500	0.72	0.43	0.38
0+340	8.43	2.63	0.00016	52687.500	0.76	0.44	0.39
0+320	7.70	2.63	0.00016	48125.000	0.74	0.43	0.38
0+300	6.97	2.63	0.00016	43562.500	0.71	0.42	0.38
0+280	6.72	2.63	0.00016	42000.000	0.71	0.42	0.38
0+260	6.95	2.63	0.00016	43437.500	0.71	0.42	0.38
0+240	6.95	2.63	0.00016	43437.500	0.71	0.42	0.38
0+220	6.70	2.63	0.00016	41875.000	0.71	0.42	0.38
0+200	6.94	2.63	0.00016	43375.000	0.71	0.42	0.38
0+180	7.19	2.63	0.00016	44937.500	0.72	0.43	0.38
0+160	6.91	2.63	0.00016	43187.500	0.71	0.42	0.38
0+140	6.68	2.63	0.00016	41750.000	0.70	0.42	0.38
0+120	6.70	2.63	0.00016	41875.000	0.71	0.42	0.38
0+100	6.73	2.63	0.00016	42062.500	0.71	0.42	0.38
0+080	6.68	2.63	0.00016	41750.000	0.70	0.42	0.38
0+060	6.68	2.63	0.00016	41750.000	0.70	0.42	0.38
0+040	7.05	2.63	0.00016	44062.500	0.72	0.42	0.38

0+020	6.96	2.63	0.00016	43500.000	0.71	0.42	0.38
0+000	6.26	2.63	0.00016	39125.000	0.69	0.42	0.37
				SUMA:	73.26	43.14	38.40
				PROMEDIO:	**0.73**	**0.43**	**0.38**

8.7. Determinación de la velocidad critica media para materiales cohesivos.

La experiencia en flujos sobre materiales cohesivos es muy limitada. Algunos métodos proponen la determinación de la velocidad media crítica en función de la compacidad del suelo ó de su relación de vacíos, ó también en función del tirante medio del flujo, peso volumétrico y del contenido de partículas finas. Por otra parte, para determinar el valor de la velocidad máxima permisible o no erosiva, cuando se tienen estratos en el fondo del río con materiales cohesivos, se tomará de referencia las tablas 3 que se formó según el criterio de Fortier y Scobey, Chow V.T.,1982.

Con base a los datos del sondeo 2 y 3, el material cohesivo presentado es una arcilla arenosa color gris.

Tabla 12. Velocidades criticas recomendadas por Fortier y Scobey, Chow V.T.

Material	Agua limpia (m/s)	Agua que transporta limos coloidales (m/s)
Arena fina coloidal	0.46	0.76
Marga arenosa no coloidal	0.53	0.76
Marga limosa no coloidal	0.61	0.91
Limos aluviales no coloidales	0.61	1.07
Marga fina ordinaria	0.76	1.07
Ceniza volcánica	0.76	1.07
Arcilla rígida muy coloidal	1.14	1.52
Limos aluviales coloidales	1.14	1.52
Esquistos y subsuelos de arcilla dura	1.83	1.83
Grava fina	0.76	1.52
Marga gradada a cantos rodados, no coloidales	1.14	1.52
Limos gradados a cantos rodados coloidales	1.22	1.68
Grava gruesa no coloidal	1.22	1.83
Cantos rodados y ripios de cantera	1.52	1.68

8.8. Comparativa de las velocidades del estudio hidráulico contra las velocidades críticas del fondo.

Se realiza una comparativa de las velocidades que se obtuvieron por el estudio hidráulico en el periodo de retorno seleccionado, contra las velocidades críticas calculadas por los métodos y formulas descritas anteriormente en este estudio de velocidades resistentes.

A continuación se presenta la tabla con la comparativa entre las velocidades obtenidas en el estudio hidráulico y los resultados por formulas.

Tabla 13. Comparativa de velocidades críticas permisibles contra las del estudio hidráulico.

ESTACION	PROFUNDIDAD O TIRANTE MEDIO	VELOCIDAD DEL FLUJO (ESTUDIO HIDRAULICO)	VELOCIDAD CRITICA EN SUELO NO COHESIVO		VELOCIDAD CRITICA EN SUELO COHESIVO	
			SM-01 (D50=0.16 mm)	Mayor por:		Mayor por:
	M	M/S	M/S	M/S	M/S	M/S
2+000	8.23	0.99	0.73	0.26	0.76	0.23
1+980	7.86	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
1+960	7.75	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
1+940	7.73	1.04	0.73	0.31	0.76	0.28
1+920	7.61	1.05	0.73	0.32	0.76	0.29
1+900	7.46	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
1+880	7.45	1.12	0.73	0.39	0.76	0.36
1+860	7.45	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+840	7.21	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
1+820	7.45	1.03	0.73	0.30	0.76	0.27
1+800	7.31	1.02	0.73	0.29	0.76	0.26
1+780	6.96	1.04	0.73	0.31	0.76	0.28
1+760	6.73	1.03	0.73	0.30	0.76	0.27
1+740	6.69	1.05	0.73	0.32	0.76	0.29
1+720	6.69	1.02	0.73	0.29	0.76	0.26
1+700	6.71	0.83	0.73	0.10	0.76	0.07

1+680	6.71	0.86	0.73	0.13	0.76	0.10
1+660	7.14	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
1+640	6.92	1.03	0.73	0.30	0.76	0.27
1+620	6.92	0.99	0.73	0.26	0.76	0.23
1+600	7.00	0.97	0.73	0.24	0.76	0.21
1+580	7.05	0.96	0.73	0.23	0.76	0.20
1+560	6.68	1.00	0.73	0.27	0.76	0.24
1+540	6.98	1.02	0.73	0.29	0.76	0.26
1+520	7.31	1.03	0.73	0.30	0.76	0.27
1+500	7.35	1.05	0.73	0.32	0.76	0.29
1+480	7.15	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+460	7.55	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
1+440	7.26	1.14	0.73	0.41	0.76	0.38
1+420	7.83	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
1+400	7.88	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
1+380	7.38	1.12	0.73	0.39	0.76	0.36
1+360	7.14	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+340	6.76	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+320	6.48	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
1+300	6.27	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
1+280	6.12	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+260	6.13	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
1+240	6.36	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
1+220	6.12	1.10	0.73	0.37	0.76	0.34
1+200	5.93	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
1+180	5.87	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
1+160	6.40	1.10	0.73	0.37	0.76	0.34
1+140	8.97	0.94	0.73	0.21	0.76	0.18
1+120	10.12	1.04	0.73	0.31	0.76	0.28
1+100	10.39	1.01	0.73	0.28	0.76	0.25
1+080	12.09	0.82	0.73	0.09	0.76	0.06
1+060	12.27	0.84	0.73	0.11	0.76	0.08
1+040	11.09	0.94	0.73	0.21	0.76	0.18
1+020	10.61	0.77	0.73	0.04	0.76	0.01
1+000	10.35	0.76	0.73	0.03	0.76	0.00

0+980	9.58	0.87	0.73	0.14	0.76	0.11
0+960	8.76	0.93	0.73	0.20	0.76	0.17
0+940	8.59	0.92	0.73	0.19	0.76	0.16
0+920	8.07	0.84	0.73	0.11	0.76	0.08
0+900	6.60	0.86	0.73	0.13	0.76	0.10
0+880	6.32	0.99	0.73	0.26	0.76	0.23
0+860	6.31	1.01	0.73	0.28	0.76	0.25
0+840	6.31	1.02	0.73	0.29	0.76	0.26
0+820	6.05	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
0+800	5.98	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
0+780	6.05	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
0+760	7.31	1.06	0.73	0.33	0.76	0.30
0+740	8.80	0.98	0.73	0.25	0.76	0.22
0+720	7.52	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
0+700	6.66	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
0+680	7.79	0.98	0.73	0.25	0.76	0.22
0+660	6.87	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
0+640	6.65	1.08	0.73	0.35	0.76	0.32
0+620	7.04	1.04	0.73	0.31	0.76	0.28
0+600	7.27	1.02	0.73	0.29	0.76	0.26
0+580	6.98	1.04	0.73	0.31	0.76	0.28
0+560	6.76	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
0+540	7.51	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
0+520	6.75	1.15	0.73	0.42	0.76	0.39
0+500	6.99	1.16	0.73	0.43	0.76	0.40
0+480	7.50	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
0+460	6.69	1.28	0.73	0.55	0.76	0.52
0+440	7.24	1.14	0.73	0.41	0.76	0.38
0+420	7.47	1.15	0.73	0.42	0.76	0.39
0+400	7.47	1.15	0.73	0.42	0.76	0.39
0+380	6.99	1.16	0.73	0.43	0.76	0.40
0+360	7.21	1.20	0.73	0.47	0.76	0.44
0+340	8.43	1.10	0.73	0.37	0.76	0.34
0+320	7.70	1.07	0.73	0.34	0.76	0.31
0+300	6.97	1.15	0.73	0.42	0.76	0.39

0+280	6.72	1.14	0.73	0.41	0.76	0.38
0+260	6.95	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
0+240	6.95	1.10	0.73	0.37	0.76	0.34
0+220	6.70	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
0+200	6.94	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
0+180	7.19	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
0+160	6.91	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
0+140	6.68	1.12	0.73	0.39	0.76	0.36
0+120	6.70	1.13	0.73	0.40	0.76	0.37
0+100	6.73	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
0+080	6.68	1.11	0.73	0.38	0.76	0.35
0+060	6.68	1.09	0.73	0.36	0.76	0.33
0+040	7.05	1.16	0.73	0.43	0.76	0.40
0+020	6.96	1.18	0.73	0.45	0.76	0.42
0+000	6.26	1.25	0.73	0.52	0.76	0.49

8.9. Resultados de la socavación general en suelos no cohesivos.

Los datos correspondientes al gasto en el **periodo de retorno de 100 años** son los siguientes:

- Q = 442.02 m/seg
- D84 = 0.24 mm ; 0.00024 m

Tabla 14. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-01.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	9.53	1.30
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	9.60	1.74

1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	9.54	1.79
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	9.16	1.43
1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	9.01	1.40
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	9.42	1.96
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	9.39	1.94
1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	9.02	1.57
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	8.56	1.35
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	8.66	1.21
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	8.55	1.24
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	8.36	1.40
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	8.01	1.28
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	8.12	1.43
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	8.12	1.43
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	7.66	0.95
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	7.98	1.27
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	9.07	1.93
1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	8.51	1.59
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	8.04	1.12
1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	8.02	1.02
1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	8.15	1.10
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	8.00	1.32
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	8.57	1.59
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	10.15	2.84
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	10.49	3.14
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	9.11	1.96
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	10.03	2.48
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	9.92	2.66
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	10.51	2.68
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	10.45	2.57
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	9.58	2.20
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	8.99	1.85
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	8.44	1.68
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	8.03	1.55
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	7.83	1.56
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	7.65	1.53

1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	7.83	1.70
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	7.84	1.48
1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	7.78	1.66
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	7.40	1.47
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	7.26	1.39
1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	8.16	1.76
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	10.56	1.59
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	13.02	2.90
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	12.71	2.32
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	12.08	-0.01
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	12.73	0.46
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	13.31	2.22
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	10.86	0.25
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	10.09	-0.26
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	10.68	1.10
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	10.11	1.35
0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	9.89	1.30
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	8.67	0.60
0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	7.31	0.71
0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	7.77	1.45
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	7.65	1.34
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	7.78	1.47
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	7.64	1.59
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	7.58	1.60
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	7.61	1.56
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	9.31	2.00
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	10.72	1.92
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	9.77	2.25
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	8.95	2.29
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	9.44	1.65
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	8.77	1.90
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	8.55	1.90
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	8.89	1.85
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	9.08	1.81
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	8.74	1.76

0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	8.72	1.96
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	9.73	2.22
0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	9.17	2.42
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	9.43	2.44
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	9.60	2.10
0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	9.76	3.07
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	9.32	2.08
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	9.79	2.32
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	9.80	2.33
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	9.18	2.19
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	9.86	2.65
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	10.85	2.42
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	9.58	1.88
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	9.22	2.25
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	8.85	2.13
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	8.93	1.98
0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	8.84	1.89
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	8.76	2.06
0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	9.13	2.19
0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	9.48	2.29
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	8.93	2.02
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	8.62	1.94
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	8.72	2.02
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	8.65	1.92
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	8.62	1.94
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	8.33	1.65
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	9.53	2.48
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	9.52	2.56
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	9.03	2.77

8.10. Resultados de la socavación general en suelos cohesivos.

Los datos correspondientes al gasto en el **periodo de retorno de 100 años** son los siguientes:

- Q = 442.02 m/seg
- γ_d = 1467 Kg/m3 del sondeo SM-02 y 1407 kg/m3 del sondeo SM-03.

Tabla 9. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-02.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	6.30	-1.93
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	6.35	-1.51
1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	6.31	-1.44
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	6.05	-1.68
1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	5.94	-1.67
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	6.23	-1.23
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	6.21	-1.24
1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	5.95	-1.50
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	5.63	-1.58
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	5.70	-1.75
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	5.62	-1.69
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	5.49	-1.47
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	5.24	-1.49
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	5.32	-1.37
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	5.32	-1.37
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	5.01	-1.70
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	5.23	-1.48
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	5.99	-1.15
1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	5.59	-1.33
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	5.27	-1.65
1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	5.25	-1.75

1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	5.34	-1.71
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	5.24	-1.44
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	5.63	-1.35
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	6.74	-0.57
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	6.98	-0.37
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	6.01	-1.14
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	6.66	-0.89
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	6.58	-0.68
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	6.99	-0.84
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	6.95	-0.93
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	6.34	-1.04
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	5.93	-1.21
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	5.55	-1.21
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	5.26	-1.22
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	5.12	-1.15
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	5.00	-1.12
1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	5.12	-1.01
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	5.13	-1.23
1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	5.09	-1.03
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	4.83	-1.10
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	4.73	-1.14
1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	5.35	-1.05
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	7.03	-1.94
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	8.77	-1.35
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	8.55	-1.84
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	8.10	-3.99
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	8.57	-3.70
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	8.98	-2.11
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	7.24	-3.37
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	6.70	-3.65
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	7.11	-2.47
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	6.71	-2.05
0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	6.56	-2.03
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	5.71	-2.36
0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	4.77	-1.83

0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	5.08	-1.24
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	5.00	-1.31
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	5.09	-1.22
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	4.99	-1.06
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	4.95	-1.03
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	4.97	-1.08
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	6.15	-1.16
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	7.14	-1.66
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	6.48	-1.04
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	5.90	-0.76
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	6.24	-1.55
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	5.77	-1.10
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	5.62	-1.03
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	5.86	-1.18
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	5.99	-1.28
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	5.75	-1.23
0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	5.74	-1.02
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	6.44	-1.07
0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	6.05	-0.70
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	6.24	-0.75
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	6.35	-1.15
0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	6.46	-0.23
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	6.16	-1.08
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	6.49	-0.98
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	6.50	-0.97
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	6.06	-0.93
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	6.54	-0.67
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	7.23	-1.20
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	6.34	-1.36
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	6.09	-0.88
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	5.83	-0.89
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	5.89	-1.06
0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	5.82	-1.13
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	5.77	-0.93
0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	6.02	-0.92

0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	6.27	-0.92
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	5.89	-1.02
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	5.67	-1.01
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	5.74	-0.96
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	5.69	-1.04
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	5.67	-1.01
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	5.47	-1.21
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	6.31	-0.74
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	6.30	-0.66
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	5.96	-0.30

Tabla 18. Resultados de socavación máxima en el material de fondo representativo del sondeo SM-03.

SECCION TRANSVERSAL	AREA HIDRAULICA (m2)	ANCHO SUPERFICIAL Be (m)	TIRANTE MEDIO DE LA SECCION dm (m)	PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA SECCION do (m)	*a*	*b*	PROFUNDIDAD SOCAVADA ds (m)	ESPESOR DE SUELO EROSIONADO ds - d0 (m)
2+000	451.76	76.11	5.94	8.23	0.30	0.91	6.45	-1.78
1+980	419.16	71.93	5.83	7.86	0.33	0.91	6.50	-1.36
1+960	415.39	71.94	5.77	7.75	0.33	0.91	6.46	-1.29
1+940	426.46	70.93	6.01	7.73	0.31	0.91	6.19	-1.54
1+920	423.74	70.13	6.04	7.61	0.31	0.91	6.08	-1.53
1+900	402.41	71.16	5.66	7.46	0.35	0.91	6.37	-1.09
1+880	397.19	68.69	5.78	7.45	0.35	0.91	6.35	-1.10
1+860	412.75	69.38	5.95	7.45	0.33	0.91	6.09	-1.36
1+840	416.71	69.08	6.03	7.21	0.32	0.91	5.76	-1.45
1+820	429.88	70.51	6.10	7.45	0.31	0.91	5.83	-1.62
1+800	435.34	74.13	5.87	7.31	0.31	0.91	5.75	-1.56
1+780	427.79	76.52	5.59	6.96	0.33	0.91	5.62	-1.34
1+760	431.80	77.75	5.55	6.73	0.33	0.91	5.37	-1.36
1+740	422.91	77.19	5.48	6.69	0.34	0.91	5.45	-1.24
1+720	434.57	82.64	5.26	6.69	0.34	0.91	5.45	-1.24
1+700	536.01	122.57	4.37	6.71	0.31	0.91	5.13	-1.58
1+680	520.11	123.88	4.20	6.71	0.33	0.91	5.35	-1.36
1+660	418.57	80.89	5.17	7.14	0.35	0.91	6.12	-1.02

1+640	430.74	81.99	5.25	6.92	0.34	0.91	5.72	-1.20
1+620	448.60	80.58	5.57	6.92	0.31	0.91	5.40	-1.52
1+600	456.16	81.19	5.62	7.00	0.31	0.91	5.38	-1.62
1+580	460.70	84.51	5.45	7.05	0.31	0.91	5.47	-1.58
1+560	442.03	83.87	5.27	6.68	0.33	0.91	5.37	-1.31
1+540	438.04	84.94	5.16	6.98	0.34	0.91	5.77	-1.21
1+520	459.37	122.04	3.76	7.31	0.40	0.91	6.89	-0.42
1+500	447.00	120.55	3.71	7.35	0.41	0.91	7.13	-0.22
1+480	408.71	76.56	5.34	7.15	0.35	0.91	6.15	-1.00
1+460	407.23	81.31	5.01	7.55	0.37	0.91	6.81	-0.74
1+440	391.99	79.65	4.92	7.26	0.39	0.91	6.73	-0.53
1+420	393.21	75.00	5.24	7.83	0.37	0.91	7.15	-0.68
1+400	391.52	72.14	5.43	7.88	0.37	0.91	7.10	-0.78
1+380	395.95	72.71	5.45	7.38	0.36	0.91	6.48	-0.90
1+360	411.03	75.75	5.43	7.14	0.35	0.91	6.06	-1.08
1+340	411.05	76.11	5.40	6.76	0.35	0.91	5.68	-1.08
1+320	418.83	79.74	5.25	6.48	0.35	0.91	5.39	-1.09
1+300	413.81	79.69	5.19	6.27	0.36	0.91	5.25	-1.02
1+280	411.11	79.19	5.19	6.12	0.36	0.91	5.12	-1.00
1+260	400.60	77.66	5.16	6.13	0.37	0.91	5.25	-0.88
1+240	415.52	77.81	5.34	6.36	0.35	0.91	5.25	-1.11
1+220	403.04	78.12	5.16	6.12	0.37	0.91	5.21	-0.91
1+200	406.58	77.73	5.23	5.93	0.36	0.91	4.95	-0.98
1+180	409.39	77.79	5.26	5.87	0.36	0.91	4.84	-1.03
1+160	404.95	78.18	5.18	6.40	0.36	0.91	5.48	-0.92
1+140	472.63	85.42	5.53	8.97	0.30	0.91	7.18	-1.79
1+120	425.97	76.01	5.60	10.12	0.33	0.91	8.95	-1.17
1+100	438.23	72.59	6.04	10.39	0.30	0.91	8.73	-1.66
1+080	539.94	75.19	7.18	12.09	0.22	0.91	8.27	-3.82
1+060	530.73	77.58	6.84	12.27	0.23	0.91	8.74	-3.53
1+040	474.64	83.04	5.72	11.09	0.29	0.91	9.16	-1.93
1+020	575.15	97.45	5.90	10.61	0.24	0.91	7.40	-3.21
1+000	589.11	94.22	6.25	10.35	0.22	0.91	6.85	-3.50
0+980	508.74	89.29	5.70	9.58	0.27	0.91	7.27	-2.31
0+960	479.09	85.48	5.60	8.76	0.29	0.91	6.86	-1.90

0+940	481.99	87.04	5.54	8.59	0.29	0.91	6.70	-1.89
0+920	528.10	96.80	5.46	8.07	0.27	0.91	5.84	-2.23
0+900	514.47	104.45	4.93	6.60	0.30	0.91	4.88	-1.72
0+880	451.35	95.43	4.73	6.32	0.35	0.91	5.21	-1.11
0+860	440.02	87.02	5.06	6.31	0.34	0.91	5.12	-1.19
0+840	433.62	86.96	4.99	6.31	0.35	0.91	5.21	-1.10
0+820	420.33	85.91	4.89	6.05	0.36	0.91	5.11	-0.94
0+800	417.28	85.30	4.89	5.98	0.37	0.91	5.07	-0.91
0+780	412.98	81.41	5.07	6.05	0.36	0.91	5.09	-0.96
0+760	418.93	80.71	5.19	7.31	0.35	0.91	6.29	-1.02
0+740	454.30	83.88	5.42	8.80	0.32	0.91	7.30	-1.50
0+720	416.46	82.17	5.07	7.52	0.36	0.91	6.62	-0.90
0+700	398.45	82.76	4.81	6.66	0.39	0.91	6.04	-0.62
0+680	454.13	86.74	5.24	7.79	0.32	0.91	6.38	-1.41
0+660	416.44	81.77	5.09	6.87	0.36	0.91	5.91	-0.96
0+640	411.36	81.49	5.05	6.65	0.37	0.91	5.75	-0.90
0+620	426.09	83.89	5.08	7.04	0.35	0.91	5.99	-1.05
0+600	435.40	85.47	5.09	7.27	0.34	0.91	6.13	-1.14
0+580	426.78	83.06	5.14	6.98	0.35	0.91	5.89	-1.09
0+560	408.47	80.20	5.09	6.76	0.37	0.91	5.87	-0.89
0+540	408.93	77.94	5.25	7.51	0.36	0.91	6.59	-0.92
0+520	389.19	79.34	4.91	6.75	0.39	0.91	6.19	-0.56
0+500	381.97	73.73	5.18	6.99	0.39	0.91	6.38	-0.61
0+480	406.77	75.02	5.42	7.50	0.35	0.91	6.50	-1.00
0+460	346.51	69.25	5.00	6.69	0.44	0.91	6.61	-0.08
0+440	389.60	69.19	5.63	7.24	0.36	0.91	6.30	-0.94
0+420	385.48	69.06	5.58	7.47	0.36	0.91	6.63	-0.84
0+400	385.30	69.22	5.57	7.47	0.37	0.91	6.64	-0.83
0+380	382.04	69.66	5.48	6.99	0.37	0.91	6.20	-0.79
0+360	370.15	69.31	5.34	7.21	0.39	0.91	6.69	-0.52
0+340	404.47	71.62	5.65	8.43	0.34	0.91	7.39	-1.04
0+320	415.30	73.63	5.64	7.70	0.34	0.91	6.48	-1.22
0+300	387.54	73.33	5.28	6.97	0.38	0.91	6.23	-0.74
0+280	388.78	74.22	5.24	6.72	0.38	0.91	5.97	-0.75
0+260	401.73	75.50	5.32	6.95	0.36	0.91	6.02	-0.93

0+240	403.84	74.92	5.39	6.95	0.36	0.91	5.96	-0.99
0+220	394.34	75.88	5.20	6.70	0.37	0.91	5.90	-0.80
0+200	391.60	74.49	5.26	6.94	0.37	0.91	6.16	-0.78
0+180	393.00	74.55	5.27	7.19	0.37	0.91	6.41	-0.78
0+160	401.17	76.40	5.25	6.91	0.36	0.91	6.03	-0.88
0+140	396.68	74.94	5.29	6.68	0.37	0.91	5.80	-0.88
0+120	395.02	75.37	5.24	6.70	0.37	0.91	5.87	-0.83
0+100	399.44	75.43	5.30	6.73	0.36	0.91	5.83	-0.90
0+080	400.53	76.76	5.22	6.68	0.37	0.91	5.80	-0.88
0+060	406.87	74.22	5.48	6.68	0.35	0.91	5.60	-1.08
0+040	382.02	73.79	5.18	7.05	0.39	0.91	6.45	-0.60
0+020	376.94	73.45	5.13	6.96	0.39	0.91	6.44	-0.52
0+000	357.57	75.05	4.76	6.26	0.44	0.91	6.09	-0.17

9. Socavación local al pie de las obras propuestas.

9.1. Metodología y fórmulas de cálculo.

La erosión más importante que se produce al pie de una obra de protección ocurre en el extremo que se encuentra dentro del agua.

Para cuantificar la erosión del fondo del río adyacente al extremo de la obra de protección (espigones) se puede utilizar la ecuación que a continuación se indica, la cual fue obtenida por Maza con base en los datos y criterio inicial de Latuischenkov.

Dicha relación establece:

$$de = 0{,}855do\left[4{,}17 + Ln\frac{Q_1}{Q}\right]e^{(0{,}0028\alpha - 0{,}24k)}$$

Dónde:

de = Profundidad máxima en la zona erosionada al final de la obra, medida desde la superficie, asociada al gasto de diseño.

do = Profundidad del flujo en una zona cercana al extremo del espigón no afectada por la erosión, asociada al gasto de diseño.

α = Ángulo entre el eje longitudinal del espigón y la dirección del flujo, medido hacia aguas abajo.

k = Talud del extremo del espigón.

Q1 = Gasto teórico que podría pasar por la zona ocupada por el espigón.

Q = Gasto total en el río.

Para efectos de cálculo de socavación local al pie de las obras propuestas (espigones) se consideró el gasto de diseño para este proyecto (Q=442.02 m3/s, Tr=100 años).

En lo que respecta a este proyecto las obras contempladas dentro del cauce consisten:

El proyecto contempla como construcción de opción de solución 1, en la margen derecha del rio La Sierra en la ranchería Torno Largo, de 3 espigones formados a base de bolsas de cimbra textil rellenas de mortero. En la figura 20 se muestra la planta con las obras propuestas para esta opción y en la figura 21 la sección tipo de las obra de espigón.

Para el análisis de la socavación local al pie de los espigones del sitio de estudio en el río La Sierra, se determinó un gasto unitario (q) a partir de las secciones de la margen derecha del espigón 1 al espigón 3 del tramo de estudio (ranchería Torno Largo) del modelo matemático con los resultados de la corrida del gasto considerado en el cálculo de la socavación local para determinar el gasto Q y Q1 para las secciones que se muestran en la tabla 19 donde se muestran los resultados del análisis de la socavación local al pie de los espigones.

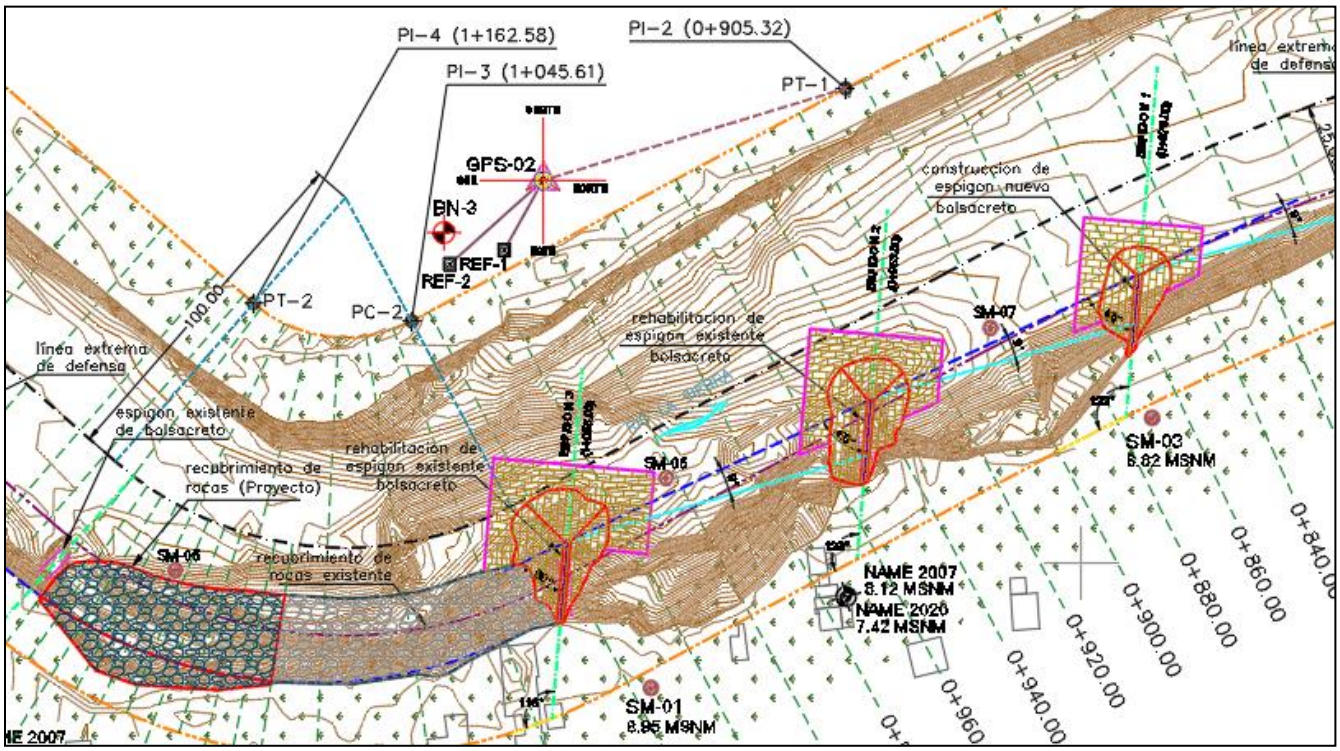


Figura 94. Planta de la alternativa de solución 1.

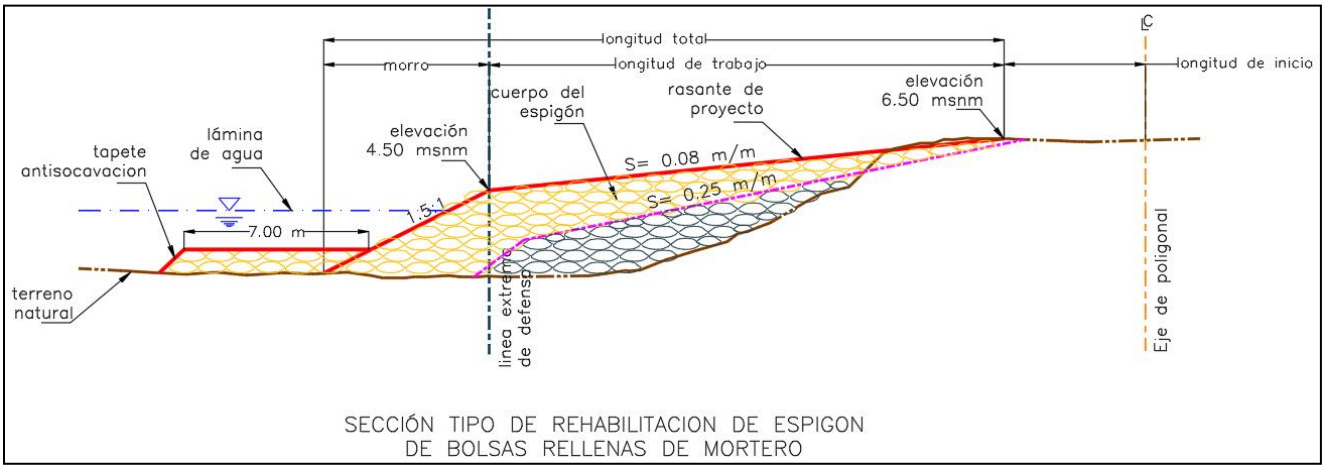


Figura 95. Sección tipo de la propuesta de solución 1.

Tabla 19. Resultados de socavación local en los espigones.

Espigon	Estacion	Gasto total en el rio Q (m3/s)	Longitud del espigon Lp (m)	Prof. Maxima al final del espigon d0 (m)	Gasto teorico Q1	&	Talud externo del espigon K	Prof. Erosionada al final del espigon d0 (m)	socavacion local (m)	profundidad maxima con socavacion
1	0+876	442.02	22.20	5.30	86.44	60	1.50	9.49	4.19	9.49
2	0+963	442.02	23.74	6.80	77.85	60	1.50	11.68	4.88	11.68
3	1+055	442.02	23.20	9.90	92.14	60	1.50	18.18	8.28	18.18

Como puede apreciarse en los resultados que se muestran en la tabla 19 el máximo valor de socavación local calculado al pie de las obras propuestas corresponde al espigón 3 que es de **8.28 m** que se encuentra en la zona más profunda en el tramo de estudio del río La Sierra.

Por otra parte se tiene que de las recomendaciones hechas por los autores Maza y García Flores, cuando la erosión resultante se desee evitar, se deberá colocar un delantal con ancho aproximado a 0.5 veces el tirante del río que se presenta al pie de la obra de protección en el fondo del río.

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos y las recomendaciones de Maza y García Flores se tomó como dato para la protección contra la socavación local y general simultáneamente un delantal de protección o tapete anti socavación para los 3 espigones de la siguiente manera:

Espigón 1: longitud de tapete anti socavación de **5.00 m** (tirante de 10 m)

Espigón 2: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m** (tirante de 12 m)

Espigón 3: longitud de tapete anti socavación de **9.00 m** (tirante de 18 m)

Para las propuestas con recubrimiento marginal, se igual manera se propondrá un delantal de protección o tapete anti socavación de **6.00 m.** debido a que donde se colocara el recubrimiento de roca oscila en 9 metros el tirante más 3 metros de socavación general por lo que su tirante ya con socavación es de 12 metros.

10. Conclusiones y Recomendaciones.

Conforme a los resultados del estudio de hidráulica fluvial del rio La Sierra se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- El estudio hidrológico se basó en información de INEGI en cuestiones cartográficas y de elevaciones, e información de CONAGUA para los datos de las estaciones hidrométricas, por lo que al obtenerse de instancias y dependencias oficiales, se otorga una confiabilidad plena en el procesamiento y obtención de parámetros para el estudio.

- Se realizó la delimitación de la cuenca como punto de descarga el tramo de estudio, esto se obtuvo siguiendo el parte aguas manualmente de las curvas procesadas de cartas de la INEGI.

- A partir de la delimitación de la cuenca de estudio, se obtuvieron informaciones de características morfo métricas relativos a parámetros de la forma de la cuenca, relieve de la cuenca, del perfil del cauce principal y del sistema de drenado de la cuenca, mismos datos que nos servirán para darse una idea de cómo podría comportarse una avenida en este tipo de cuencas.

- Se ubicaron solo una estación hidrométrica cercana al punto de estudio, la estación Pueblo Nuevo con el número 30016, se extrajo el archivo de la página oficial de CONAGUA y con los datos obtenidos se obtuvieron los gastos máximos anuales del año 1948 al 2014.

- Para asociar la información de los gastos máximos anuales a periodos de retorno se realizó los ajustes mediante las funciones de distribución de probabilidad. Para definir cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos históricos de la estación hidrométrica sobre el rio La Sierra, y se calcula el error cuadrático de cada una para seleccionar el correspondiente menor.

- Se calcularon los gastos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años, en apego a los términos de referencia de este contrato.

- El mejor ajuste de distribución se dio con la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) con la siguiente gráfica y periodos de retorno.

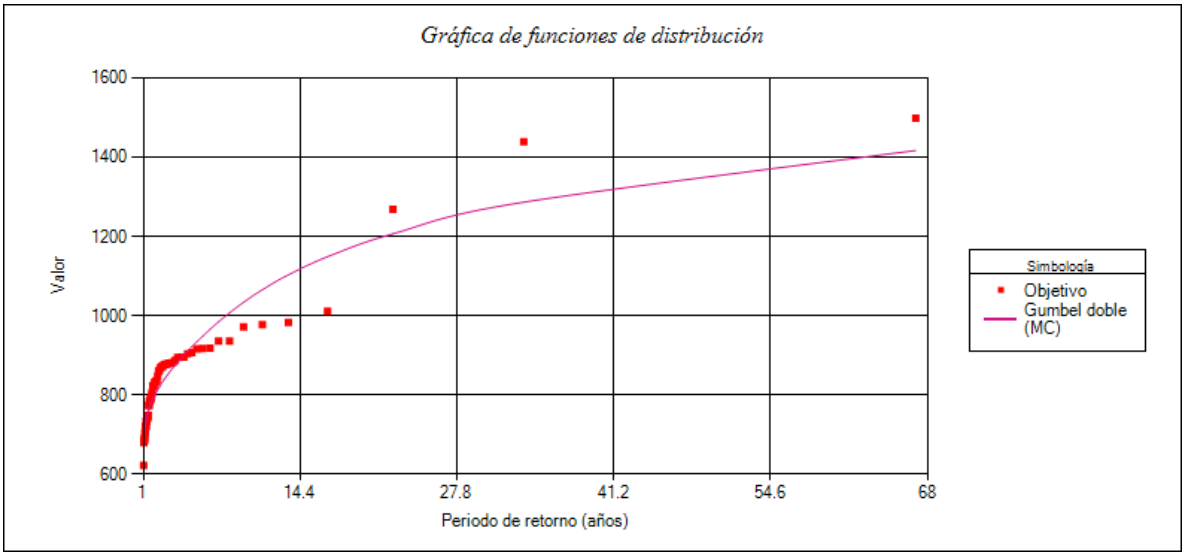


Figura 96. Resultados de la gráfica de función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Del ajuste realizado con la función de Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados) se extrae la información de gastos y periodos de retorno de ese resultado.

Tabla 20. Resultados del ajuste de datos de la función Gumbel Doble (Mínimos Cuadrados).

Tr	Gasto (m3/s)
2	**801.70**
5	**918.00**
10	**1044.18**
25	**1230.75**
50	**1364.43**
100	**1493.60**
500	**1786.26**
1000	**1911.60**

- Para el análisis de escurrimientos por cuenca propia, se determina primero el análisis de precipitaciones por la metodología numérica de Cheng Lun Chen, debido a que solo existen en la zona estaciones climatológicas basadas en pluviómetros (mediciones de lluvia cada 24 hrs). Del cálculo se obtienen las curvas IDT (intensidad – duración – periodo de retorno) con las que posteriormente se obtuvieron los valores de acuerdo a las características de la cuenca propia y su longitud de recorrido del cauce principal.

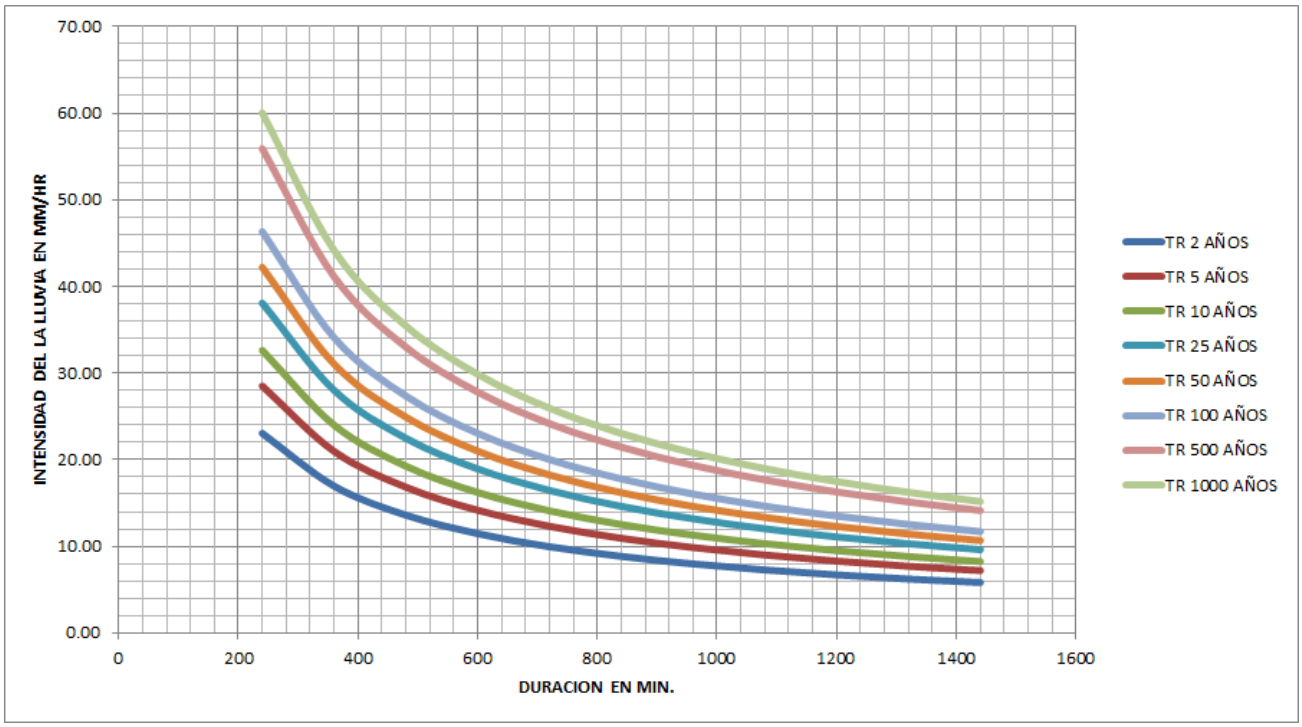


Figura 97. Curva I-D-T de la estación de diseño.

- Posterior a obtener las curvas IDT, se calcula el tiempo de concentración de la cuenca, mismo que servirá para calcular por medio de 3 métodos los escurrimientos de acuerdo a diferentes periodos de retorno. Estos métodos son; Chow, Triangular unitario y Racional, del cual del primero se obtuvieron los valores mejor distribuidos y más críticos en el periodo de retorno de 50 y 100, por lo que se utilizaran estos para el complemento de los gastos del rio La Sierra.

- Esto con la finalidad de complementar los gastos en la cuenca total, en la cual se tendrá que realizar un balance entre lo que pasa por el punto de la estación Pueblo Nuevo, lo que se le va sumando de escurrimientos de lluvia por cuenca propia hasta llegar a las escotaduras El Censo y Sabanilla, restándole lo que se va por estos desvíos, y finalmente del gasto que continua posterior al último desvió se le suma los escurrimientos pluviales restantes de cuenca propia hasta el punto de inicio del tramo.

- Los resultados finales para el tramo de estudio entonces son los siguientes:

Tabla 21. Gastos de diseño para los diferentes periodos de retorno.

Tr	Gastos de diseño
Años	Gasto (m3/s)
2	**324.41**
5	**332.32**
10	**357.38**
25	**394.28**
50	**418.49**
100	**442.02**
500	**496.95**
1000	**521.50**

- El estudio hidráulico se basó en información de topo-batimetría y de resultados del estudio hidrológico.

- El coeficiente de rugosidad n de Manning en el cauce se consideró variable, **0.030** en la parte central del río y **0.050** en sus márgenes y barrotes.

- La pendiente promedio del cauce del río La Sierra se consideró igual a **0.000165 m/m**, y fue estimada con base en el perfil que forma el gradiente hidráulico, medido directamente en campo durante el desarrollo de los trabajos de topografía.

- De acuerdo con el análisis anterior, se determinó que el gasto de diseño es de **442.02 m^3/s** y que se asocia a un periodo de retornó de **100 años.**

- El número de Froude es inferior a 1, por lo que el tipo de flujo que se presenta en todas las secciones es subcritico.

- Las velocidades que se presentan en el cauce para el gasto de diseño oscilan entre **0.40 y 1.40 m/s** en todas sus secciones según el modelo unidimensional, aunque una vez realizado el modelo bidimensional se observan para las mismas condiciones hidráulicas que en la zona más crítica en donde se ubica la curva esta alcanza hasta los **1.80 m/s**

- Los resultados obtenidos son satisfactorios para poder calcular socavaciones generales en todo el tramo de estudio.

- Las diferencias entre las corridas hidráulicas unidimensionales y bidimensionales, radica principalmente en la forma en que se calculan los fluidos, por lo que se concluye que ambas son importantes, ya que siguiendo el orden en que se realizaron, se van necesitando datos de una para la otra, y se complementan para terminar de comprender el funcionamiento hidráulico del tramo de estudio en las condiciones del gasto con el que se diseñaran las obras.

- Para los análisis de velocidades permisibles y de socavaciones general y local se utilizaron los resultados del modelo de simulación matemática (**Qd=442.02 m3/s, Tr= 100 años**) en condiciones naturales realizado para este proyecto.

- La información de los materiales del fondo y de la margen del río se obtuvieron del estudio de Mecánica de Suelos realizado para este proyecto por la empresa SIICSA S.A. DE C.V.

- Para efectos de los cálculos se consideraron las características de un material representativo que conforma el lecho del cauce, tomándose las propiedades de las muestras de sedimento realizadas en el estudio de Mecánica de Suelos para este tramo de estudio, para lo cual se realizó el promedio de los diámetros característicos de los muestreos del **SM-01** (**arena arcillosa limosa ligeramente plástica color café D84=0.24 mm**) y **SM-02 y SM-03** (**arcilla arenosa de color gris ligeramente plástica de baja compresibilidad**).

- Con base en la estratigrafía, propiedades y los criterios para la velocidad crítica media para los materiales de que se compone el río La Sierra se tiene que la velocidad máxima permisible o no erosiva para el tramo del río es de **0.73 m/s** para material no cohesivo y de **0.76 m/s** para material cohesivo.

- De acuerdo con los resultados de los análisis anteriores, se observa que la socavación general obtenida por la metodología de Lischtvan y Levediev da valores de socavación más altos en la parte media del tramo de estudio, la parte más profunda del cauce, que es donde se encuentra la sección **1+120** que presenta la mayor profundidad de socavación calculada de **2.90 m.**

- De los resultados obtenidos de la socavación local al pie de las obras propuestas (espigones) el máximo valor de socavación local calculado es de **8.28 m** para el **espigón 3** ubicado en la zona céntrica de la curva del cauce.

- Por otra parte y en base a los resultados obtenidos de socavación, tomando en cuenta las recomendaciones de Maza y García Flores, se tiene que el delantal al pie de estas obras tanto de espigones como de recubrimiento marginal se recomienda colocar una protección con un tapate anti socavación para los espigones para evitar el colapso de obras por socavación local en combinación de socavación general del tramo.

- Espigón 1: longitud de tapete anti socavación de **5.00 m.**
- Espigón 2: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m.**
- Espigón 3: longitud de tapete anti socavación de **9.00 m.**
- Recubrimientos marginales: longitud de tapete anti socavación de **6.00 m.**

11. Referencias Bibliográficas.

- Fundamentos de hidrología de superficie.
  Francisco Javier Aparicio Mijares.
  Editorial Limusa.
- Hidrología aplicada.
  Ven Te Chow.
  McGraw-Hill.
- Guía de prácticas hidrológicas.
  Organización meteorológica mundial.
- Tesis: Hidrología aplicada a la ingeniería de ríos.
  Instituto politécnico nacional.
- Manual de Ingeniería de Ríos "capitulo 5 Hidráulica de Canales".
  Jaime Camargo Hernández y Víctor Franco.
  Instituto de Ingeniería UNAM y Comisión Nacional del Agua.
- Manual de Ingeniería de Ríos "capitulo 6 Flujo no Permanente den Ríos".
  Moisés Berezowsky y Amado Jiménez Castañeda.
  Instituto de Ingeniería UNAM y Comisión Nacional del Agua.
- Hidrología de Canales Abiertos.
  Ven Te Chow.
  McGraw-Hill.
- Hidráulica de Canales
  Gilberto Sotelo Avila.
  Facultad de Ingeniería UNAM.
- Introducción a la Hidráulica Fluvial.
  Arturo Rocha Felices.
  Universidad Nacional de Ingeniería del Perú.
- Manual Básico de HEC-RAS.
  Leonardo Nania y Emilio Molero.
  Universidad de Granada.
- Manual Básico de Usuario IBER.
  Grupo de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente.
  Gobierno de España.