



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en Sinaloa.

## II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

SEMARNAT-04-002-A Manifestación de Impacto Ambiental No. 25SI2024HD056

## III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

Domicilio de personas físicas, teléfono de personas físicas, correo electrónico de personas físicas, RFC de personas físicas y cédula profesional de personas físicas

## IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

Artículo 116 de la Ley de General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; Artículos 106 y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; Trigésimo octavo, cuadragésimo y cuadragésimo primero de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas; y el artículo 3, Fracción IX, de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

## V. Firma del titular del área.

Mtra. María Luisa Shimizu Aispuro

## VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA\_02\_2025\_SIPOT\_4T\_2024\_FXXVII, en la sesión celebrada el 17 de enero del 2025.

Disponible para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA\\_02\\_2025\\_SIPOT\\_4TO\\_2024\\_FXXVII.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_02_2025_SIPOT_4TO_2024_FXXVII.pdf)

**MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR (MIA-P)**

**Capítulo I**

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

**I.1 Datos generales del proyecto.**

**1.1.1 Clave del proyecto**

**1.1.2 Nombre del proyecto.**

“Retiro de rocas, arena y piedras que conformaban la estructura espigón, de la escollera, ubicada en la boca del Río Baluarte, El Rosario, Sinaloa”.

**1.1.3 Datos del sector y tipo de proyecto.**

**1.1.3.1 Sector.**

Hidráulico

**1.1.3.2 Subsector.**

Hidráulico.

**1.1.3.3 Tipo de proyecto.**

Retiro de roca y desazolve.

**1.1.3.4. Estudio de riesgo y su modalidad.**

No aplica.

**I.2.Ubicación (dirección) del proyecto.**

El presente proyecto se ubica en los sistemas lagunares Huizache Caimanero, desembocadura del río Baluarte, del municipio de Rosario en el Estado de Sinaloa.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



**Imagen I - 1** Localización del Estado de Sinaloa en Mapa de la República



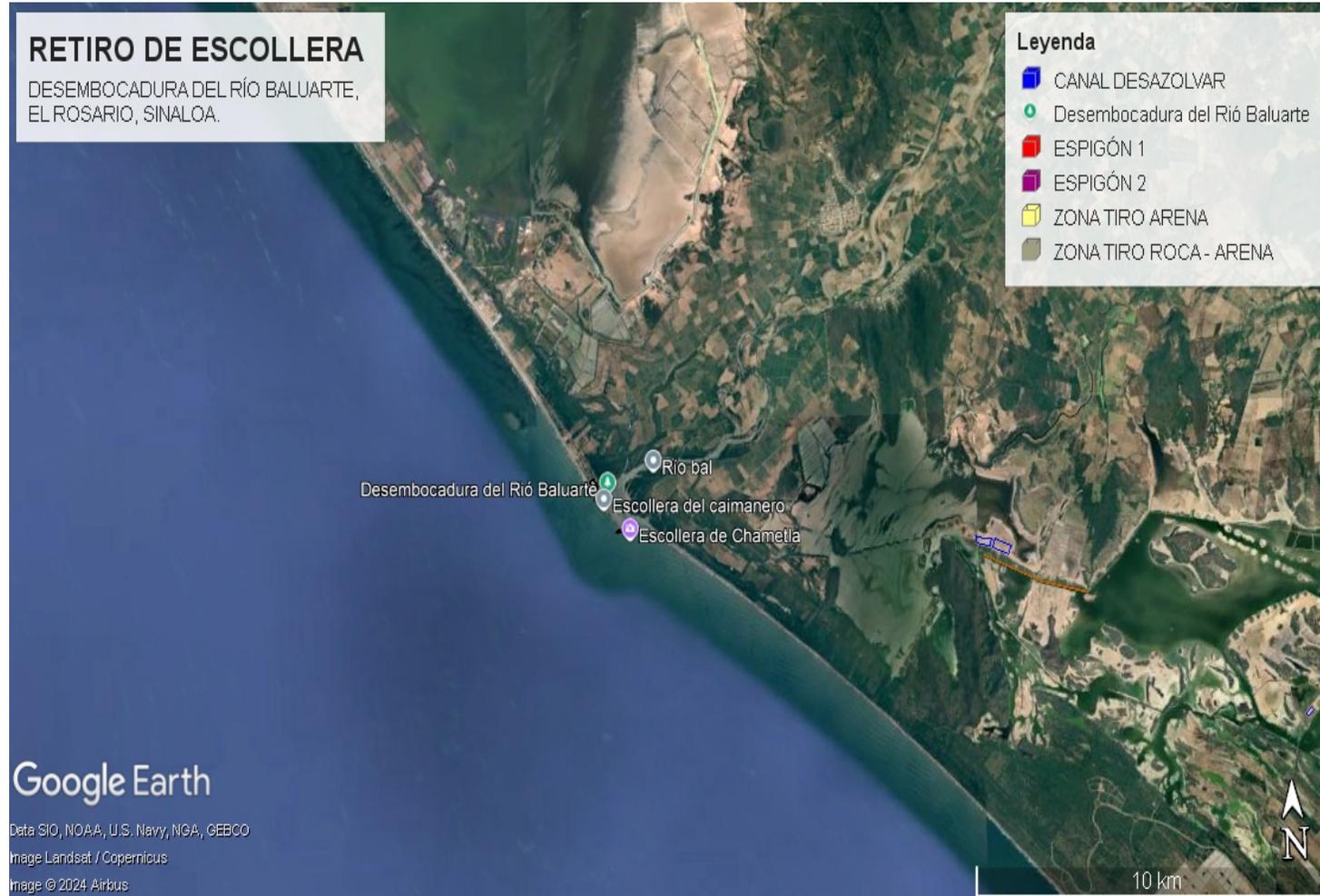
Mexicana

**Imagen I – 2** Localización del Municipio de Rosario en el Mapa del Estado de Sinaloa

El estado de Sinaloa, se localiza al noreste de la República Mexicana, cuenta con una extensión territorial de 58,092 kilómetros cuadrados, lo que equivalen al 2.9% de la superficie total del país, sus colindancias son al norte con los estados de Sonora y

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Chihuahua, al este con Durango, al sur con Nayarit y al oeste con el Océano Pacífico y Golfo de California.



Fuente: Google earth 2021. Se muestran la escollera formada por dos espigones, ubicada en la desembocadura del río Baluarte, pertenecientes al municipio de El Rosario, del estado de Sinaloa.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



Fuente: Google earth 2021.

**I.2.1. Dimensiones del proyecto**

Para el desarrollo del proyecto del retiro de escollera, se contempla la remoción de roca, arena y piedraplen de dos espigones, el desazolve de un canal de navegación y dos zonas de tiro, una donde se colocará rocas y arena y en otra solamente arena, ubicados en la desembocadura del río Baluarte, municipio de El Rosario, del estado de Sinaloa. Se presentan a continuación los elementos del proyecto:

<b>DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES RETIRO DE ESCOLLERA DEL RÍO BALUARTE</b>			
<b>Color</b>	<b>Concepto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
	A.-RETIRO DE ESPIGON 1	5,000.00	7.38
	B.-RETIRO DE ESPIGON 2	17,111.62	25.26
	C.-DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	8,779.62	12.96
	D.- ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA	34,320.10	50.66
	E.- ZONA DE TIRO DE ARENA	2,528.97	3.73
<b>Superficie total :</b>		<b>67,740.30</b>	<b>100.00</b>

Se presenta la distribución de las superficies correspondientes a los canales de navegación y las tarquinas o zonas de tiro.

Para realizar los trabajos se utiliza maquinaria especializada, como lo es una draga marina, excavadoras hidráulicas, así como personal capacitado, como operadores y hasta buzos, para que el impacto en el medio ambiente sea

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

minimizado.

Se proyecta retirar rocas, piedras y arena perteneciente a la escollera, en los elementos de **Retiro De Espigón 1** con un volumen de 10,537.61 m<sup>3</sup>, **Retiro De Espigón 2** con un volumen de 64,752.00 m<sup>3</sup>, dragado de un **Canal de navegación**, produciendo un volumen de material de 12,319.81 m<sup>3</sup>, para lo cual se contemplan **dos zonas de tiro** que tienen una superficie total de 36,849.06 m<sup>2</sup>, en las cuales se calculó una altura máxima de 2.50 m, se tendría la capacidad de 92,122.65 m<sup>3</sup>, con la capacidad del volumen de roca y arena a desazolvar que es de 87,609.42 m<sup>3</sup>.

N°	RETIRO DE ESCOLLERA (ROCAS Y ARENA)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	VOLUMEN A DESAZOLVAR y RETIRAR (m <sup>3</sup> )
1	A.-RETIRO DE ESPIGON 1	125.00	40.00	5,000.00	10,537.61
2	B.-RETIRO DE ESPIGON 2	427.79	40.00	17,111.62	64,752.00
3	C.-DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	438.98	20.00	8,779.62	12,319.81
	<b>TOTALES :</b>	<b>991.77</b>		<b>30,891.24</b>	<b>87,609.42</b>

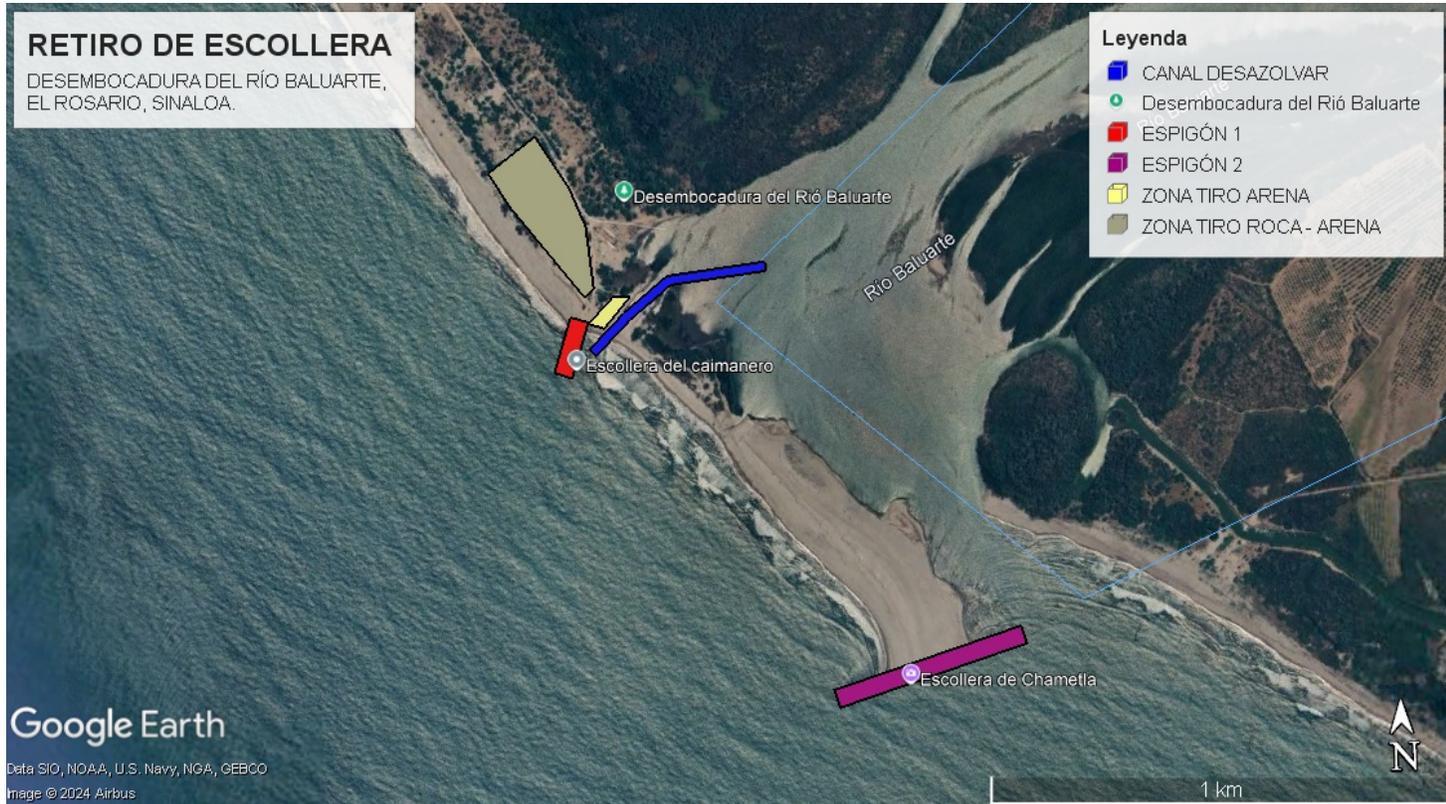
Se presenta anexo el cálculo de los volúmenes a retirar y desazolvar de los canales de navegación, así como el trazo de cada uno de ellos con sus secciones transversales. Tablas y Planos anexos.

N°	ZONAS DE TIRO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	LONGITUD PROMEDIO (m)	ANCHO PROMEDIO (m)	CAPACIDAD (m3) A 2.5 M DE ALTURA VOLUMEN A DEPOSITAR	VOLUMEN A DESAZOLVAR (m <sup>3</sup> )
1	D.- ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA	34,320.10	330.30	103.91	85,800.24	75,289.61
2	E.- ZONA DE TIRO DE ARENA	2,528.97	80.50	31.42	6,322.41	12,319.81
	<b>TOTALES :</b>	<b>36,849.06</b>			<b>92,122.65</b>	<b>87,609.42</b>

### I.3. Duración del proyecto.

El Proyecto contempla la ejecución de tres etapas, las dos primeras, Preparación del sitio, retiro de los espigones y dragado, se desarrollarán de manera simultánea con una duración de 60 meses respectivamente. Por su parte, la etapa Operación y Mantenimiento, en su primer año iniciará junto con las anteriores y se extenderá por 40 años que es el tiempo de vida útil estimado para el Proyecto. Una vez concluida ésta se propone implementar la etapa de Abandono para ello, llegado el momento, se ingresará el Programa correspondiente a la autoridad ambiental competente para su validación respectiva.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



Fuente: Google Earth 2021.

#### **I.4 Tiempo de vida del proyecto.**

A partir de la conclusión de las actividades del proyecto, la vida útil del proyecto se determina en 40 años dependiendo del mantenimiento y conservación que se le proporcione en la etapa de operación.

#### **I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.**

##### **I.2.1 Nombre O razón social.**

FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION  
PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

##### **I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa promotora.**

FSC000211A12

##### **I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.**

El Representante Legal de la presente Manifestación de Impacto Ambiental el C. [REDACTED], en su carácter de Presidente del Consejo de Administración, según Nombramiento que consta en el acta de asamblea de fecha 02 de febrero del 2024, protocolizada por el notario público 160 [REDACTED] [REDACTED] (Se anexa Copia de Actas y bases). 6

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

[REDACTED]

**I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio**

Biól. René Saucedá López

Costas y Bosques Sustentables, S. C.

**Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de [REDACTED]  
[REDACTED]

**Dirección del responsable Técnico del documento**

[REDACTED]

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

**LOS ABAJO FIRMANTES DECLARAN BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD QUE EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO “RETIRO DE ROCAS, ARENA Y PIEDRAS QUE CONFORMABAN LA ESTRUCTURA ESPIGÓN, DE LA ESCOLLERA, UBICADA EN LA BOCA DEL RÍO BALUARTE, SINALOA”, LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

---

C. [REDACTED]  
[REDACTED]  
REPRESENTANTE LEGAL DE  
C.F.S.C.P.P UNIDOS DE LA LAGUNA  
DEL CAIMANERO S.C. DE R.L

---

[REDACTED]  
COSTAS Y BOSQUES SUSTENTABLES, S.

**II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.**

**II.1 Información general del proyecto, plan o programa.**

**II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.**

El presente Proyecto, consiste en “Retiro de rocas, arena y piedras que conformaban las estructuras espigón de la escollera, ubicada en la boca del Río Baluarte. Municipio de El Rosario, estado de Sinaloa.

Las coordenadas UTM que conforman el polígono de los canales son las siguientes: (Ver Plano General de Obras y Plano de Secciones en el Anexo 3).

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO RETIRO DE ESPIGON 1</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
<b>ES T</b>	<b>PV</b>				<b>X</b>	<b>Y</b>
				1	393,292.14	2,525,882.42
1	2	S 71°34'49.97" E	40.00	2	393,330.09	2,525,869.78
2	3	S 18°25'10.03" W	125.00	3	393,290.59	2,525,751.18
3	4	N 71°34'49.97" W	40.00	4	393,252.64	2,525,763.82
4	1	N 18°25'10.03" E	125.00	1	393,292.14	2,525,882.42
<b>SUPERFICIE = 5,000.000 m<sup>2</sup></b>						

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO RETIRO DE ESPIGON 2</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
<b>ES T</b>	<b>PV</b>				<b>X</b>	<b>Y</b>
				1	394,240.83	2,525,178.99
1	2	S 16°37'32.27" E	40.00	2	394,252.28	2,525,140.66
2	3	S 73°22'27.73" W	427.79	3	393,842.37	2,525,018.27
3	4	N 16°37'32.27" W	40.00	4	393,830.93	2,525,056.59
4	1	N 73°22'27.73" E	427.79	1	394,240.83	2,525,178.99
<b>SUPERFICIE = 17,111.617 m<sup>2</sup></b>						

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
<b>ES T</b>	<b>PV</b>				<b>X</b>	<b>Y</b>
				1	393,330.32	2,525,811.06
1	2	N 45°35'46.06" E	108.72	2	393,407.99	2,525,887.13
2	3	N 51°46'56.92" E	122.54	3	393,504.27	2,525,962.94
3	4	N 83°58'05.42" E	214.57	4	393,717.65	2,525,985.49
4	5	S 06°01'54.58" E	20.00	5	393,719.75	2,525,965.60

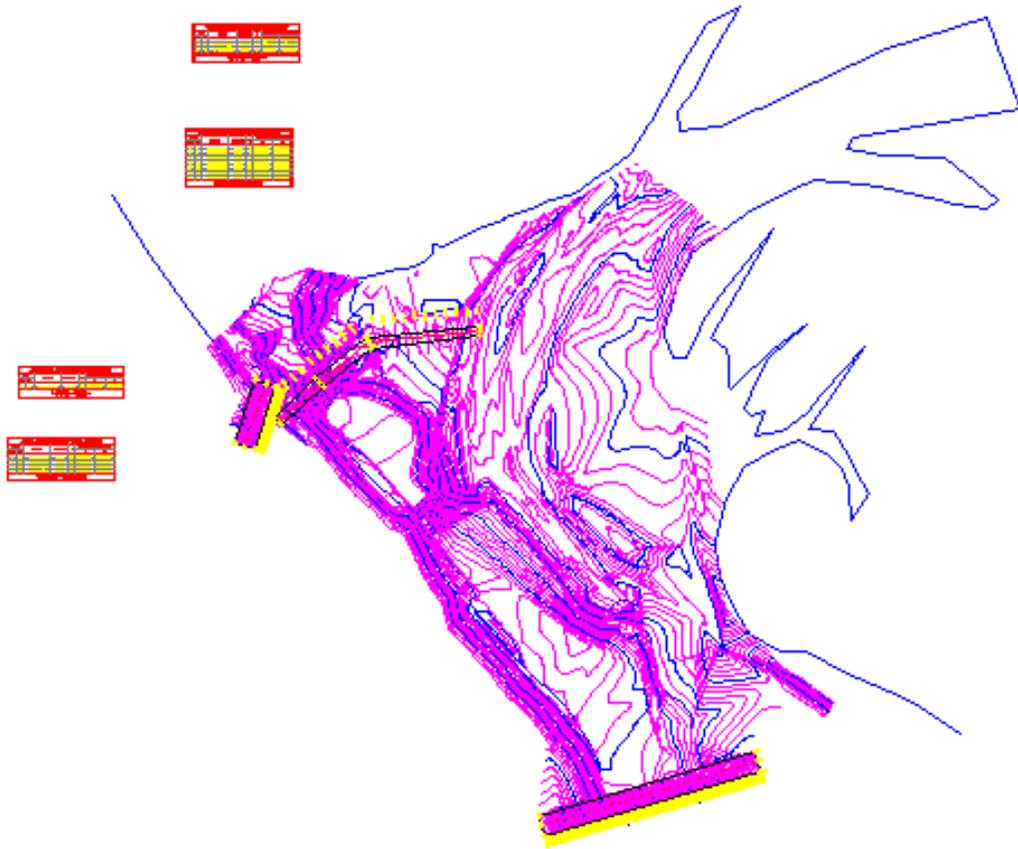
**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

5	6	S 83%°d58'05.42" W	208.80	6	393,512.11	2,525,943.66
6	7	S 51%°d46'56.92" W	115.69	7	393,421.21	2,525,872.08
7	8	S 45%°d35'46.06" W	107.64	8	393,344.31	2,525,796.77
8	1	N 44%°d24'13.94" W	20.00	1	393,330.32	2,525,811.06
<b>SUPERFICIE = 8,779.624 m<sup>2</sup></b>						

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
<b>ES</b>	<b>T</b>				<b>PV</b>	<b>X</b>
				1	393,325.22	2,525,923.22
1	2	N 48%°d35'28.34" E	26.97	2	393,345.44	2,525,941.05
2	3	N 05%°d10'33.33" W	136.13	3	393,333.16	2,526,076.63
3	4	N 21%°d08'05.64" W	91.97	4	393,300.00	2,526,162.41
4	5	N 31%°d50'38.47" W	131.27	5	393,230.74	2,526,273.92
5	6	S 54%°d10'12.04" W	128.19	6	393,126.81	2,526,198.88
6	7	S 30%°d39'16.82" E	86.95	7	393,171.15	2,526,124.08
7	1	S 37%°d29'26.05" E	253.15	1	393,325.22	2,525,923.22
<b>SUPERFICIE = 34,320.096 m<sup>2</sup></b>						

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO ZONA DE TIRO DE ARENA</b>						
<b>LADO</b>		<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>V</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
<b>ES</b>	<b>T</b>				<b>PV</b>	<b>X</b>
				1	393,385.33	2,525,921.95
1	2	S 44%°d49'06.06" W	78.08	2	393,330.30	2,525,866.56
2	3	S 71%°d30'48.66" E	35.92	3	393,364.36	2,525,855.17
3	4	N 41%°d15'56.05" E	89.97	4	393,423.70	2,525,922.80
4	1	S 88%°d43'35.04" W	38.38	1	393,385.33	2,525,921.95
<b>SUPERFICIE = 2,528.965 m<sup>2</sup></b>						





La naturaleza del proyecto se enmarca dentro del sector **Hidráulico**, por lo tanto, se presenta esta manifestación de impacto de ambiental.

### II.1.2 Justificación.

El Proyecto, en esencia, consiste en el retiro de una escollera mal diseñada y en dragado de canal de navegación producto de sedimentos provenientes de los sistemas lagunares Huizache Caimanero y Chametla, ubicado en la desembocadura del río Baluarte, en el municipio de El Rosario, Sinaloa, el cual forma parte de la Región Hidrológica RH-11 denominada "Presidio-San Pedro", dentro de la cuenca del Río Baluarte "RH11C", subcuenca RH11Cc Río Baluarte. Lo anterior, toda vez que el abundante transporte de sedimentos provenientes de los ríos, escurrimientos pluviales, arroyos, pero sobre todo la mala ubicación de dos espigones que conforman la escollera de roca, la cual retiene el transporte de arena, modificando la línea de playa y obstruyendo el flujo del río. Por lo que se requiere la remoción de la escollera, para mejorar las condiciones hidráulicas de estos sistemas lagunares.

La cuenca del Río Baluarte es una región estratégica para el sur de Sinaloa, en términos de biodiversidad, agricultura, ganadería y desarrollo humano. CONAGUA desempeña un papel crucial en la gestión y protección de esta cuenca,

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

implementando políticas, regulaciones e iniciativas para promover el uso sostenible del agua y enfrentar los desafíos ambientales y de disponibilidad hídrica. La participación activa de la comunidad y de los usuarios de agua es fundamental para asegurar la sostenibilidad de este recurso, así como para fortalecer la resiliencia de la región ante los cambios climáticos y las demandas crecientes de agua.

A continuación detallo algunos de los problemas de una mala construcción de la escollera en el río Baluarte, en El Rosario, Sinaloa:

### 1. Desviación del Flujo del Río.

- Una escollera que no esté diseñada adecuadamente podría desviar el flujo natural del río de manera descontrolada. Las escolleras deben guiar y contener el agua para proteger áreas vulnerables de erosión o inundación, pero una mala planificación puede tener el efecto opuesto. Si el flujo del río es desviado hacia zonas no preparadas para soportarlo, podría provocar inundaciones en áreas urbanas o rurales adyacentes.

- El cambio en la dirección del flujo puede también desestabilizar las riberas y causar que el agua erosione otras áreas, lo que a su vez compromete la estabilidad de infraestructuras como carreteras, puentes y tierras de cultivo. En algunos casos, este problema puede volverse crónico, generando áreas vulnerables que requieren de constantes reparaciones y obras adicionales para proteger la zona afectada.

- La falta de un análisis adecuado sobre el comportamiento del caudal del río a lo largo del año, especialmente en temporada de lluvias, es un factor que contribuye al mal diseño de las escolleras. Un desvío no controlado del flujo también puede impactar los pozos de agua o sistemas de drenaje cercanos, afectando a las comunidades que dependen de estos recursos.

### 2. Erosión Acelerada.

- Si la estructura no está bien anclada o construida con materiales adecuados, la presión del agua puede ir debilitándola y erosionando tanto la base de la escollera como el suelo circundante. En especial, las zonas río abajo pueden verse gravemente afectadas por una escollera que no cumple con los estándares adecuados.

- Este proceso erosivo no solo amenaza la estabilidad de la escollera, sino que también afecta terrenos agrícolas y poblados cercanos. Las zonas de cultivo cercanas al río pueden perder una capa significativa de suelo fértil, reduciendo su productividad y afectando la economía local.

- La erosión en áreas no preparadas podría causar deslizamientos de tierra, poniendo en riesgo a viviendas e infraestructuras construidas cerca del río. Además, los suelos erosionados terminan depositándose en otras partes del río, causando sedimentación (ver punto 6) y problemas adicionales para el manejo de las aguas fluviales.

### 3. Impacto en la Flora y Fauna.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- Los ríos y sus riberas son hábitats vitales para muchas especies de plantas y animales. Una escollera mal diseñada puede alterar estos ecosistemas de manera significativa. Las especies de peces, anfibios, insectos y plantas que dependen del río pueden ver afectados sus ciclos de vida si se altera el caudal natural.

- La falta de agua en algunas secciones del río, debido a desvíos mal calculados o bloqueos, puede destruir el hábitat de peces y anfibios, reduciendo la biodiversidad de la zona. Los cambios en el flujo también afectan la vegetación ribereña, que es crucial para prevenir la erosión del suelo y proporcionar alimento y refugio a distintas especies.

- Las aves migratorias y otros animales que dependen del río y de las zonas húmedas podrían disminuir en número debido a la pérdida de hábitat. En un contexto más amplio, la alteración de estos ecosistemas afecta también a los agricultores locales que dependen de la calidad del agua y de los recursos naturales del río para sus actividades productivas.

#### 4. Riesgo de Colapso de la Estructura.

- La falta de planificación, estudios previos o materiales de calidad en la construcción de la escollera puede derivar en su colapso. Un diseño deficiente puede ceder ante una crecida del río o durante una temporada de lluvias intensas, situación que podría llevar a desbordamientos repentinos.

- Un colapso no solo afectaría la infraestructura de la escollera, sino que podría generar un efecto en cadena. Al colapsar, la escollera liberaría grandes cantidades de agua acumulada, creando una corriente que arrastraría materiales, vegetación e incluso escombros. Esto incrementaría el riesgo de daños en propiedades y carreteras, así como en sistemas de drenaje, lo cual representa un grave peligro para la vida de las personas en el área.

- La probabilidad de un colapso aumenta si se han realizado reparaciones improvisadas o si se utilizan materiales no resistentes. Además, la falta de mantenimiento adecuado puede comprometer la durabilidad de la estructura con el tiempo, incrementando el riesgo de accidentes y catástrofes.

#### 5. Costos Económicos y Sociales.

- Los costos derivados de una escollera mal construida pueden ser significativos. En primer lugar, si la estructura requiere reparaciones constantes o una reconstrucción completa, los recursos económicos para estos trabajos pueden convertirse en una carga para la comunidad y el gobierno local.

- Además, los problemas derivados de una mala construcción de la escollera impactan la vida de las personas. Las inundaciones en tierras agrícolas pueden llevar a la pérdida de cosechas, afectando la economía de agricultores y generando un posible desabastecimiento en la región. La infraestructura dañada podría afectar la movilidad y el comercio en la región,

perjudicando las actividades diarias de los habitantes.

- A nivel social, el riesgo constante de inundaciones y el deterioro del medio ambiente también afecta el bienestar psicológico de la comunidad, que vive en un estado de incertidumbre y preocupación ante los posibles riesgos. En casos graves, es posible que se requiera el reasentamiento de familias, lo que representa un gran costo social y emocional.

#### 6. Sedimentación y Cambios en el Canal del Río.

- Una escollera construida sin un diseño adecuado podría provocar una acumulación de sedimentos río arriba o en las inmediaciones de la estructura. La acumulación de sedimentos modifica el lecho del río, lo que puede reducir su capacidad de conducción de agua.

- Esto se convierte en un problema grave en épocas de lluvias intensas, ya que el canal del río puede desbordarse debido a la falta de capacidad de drenaje, generando inundaciones en áreas circundantes. Esta sedimentación, además, impacta la calidad del agua, lo que a su vez puede afectar la pesca y otras actividades económicas que dependen del río.

- En algunos casos, los cambios en el lecho del río afectan la hidrodinámica natural, causando que el flujo del agua se vuelva más lento o incluso desviando parcialmente el cauce. Estos cambios afectan tanto la ecología del río como las actividades agrícolas y pesqueras de la región, aumentando la necesidad de intervenciones y obras adicionales para corregir el problema.

#### 7. Aumento del Riesgo de Inundaciones en Temporada de Lluvias.

- Si la escollera no está diseñada para soportar las crecidas del río en temporada de lluvias, aumenta considerablemente el riesgo de que las aguas sobrepasen o rompan la estructura. Esto es particularmente crítico en el río Baluarte, que puede experimentar importantes aumentos de caudal durante los ciclones o lluvias torrenciales.

- Las inundaciones provocadas por una escollera deficiente no solo afectan las viviendas y las tierras de cultivo, sino que pueden causar deslizamientos de tierra, bloqueos de caminos y la contaminación de fuentes de agua. Además, cuando las aguas se desbordan de forma no controlada, pueden alcanzar zonas residenciales, generando daños materiales y poniendo en peligro la vida de los habitantes.

- En un escenario de cambio climático, donde se prevé un aumento en la intensidad y frecuencia de las lluvias extremas, tener una escollera mal construida es un factor de riesgo significativo que podría amplificar los efectos negativos de las inundaciones.

El retiro de la escollera en el río Baluarte debe ser cuidadosamente planeada y realizada con altos estándares de calidad para evitar estos problemas. Cualquier error en su diseño o ejecución puede tener consecuencias ambientales, económicas y sociales graves para El

Rosario, Sinaloa.

## 6. Sector pesquero.

La obstrucción de la boca del río Baluarte en Sinaloa, que impide el ingreso de agua dulce al sistema lagunar, afecta profundamente el equilibrio ecológico y la biodiversidad de la laguna, así como las actividades económicas y sociales de las comunidades cercanas. A continuación, se aborda de forma más detallada el impacto de esta situación sobre los organismos acuáticos, los efectos ambientales a largo plazo, y las posibles estrategias para mitigar estos problemas.

### 1. Efectos en el Nivel de Agua y la Conectividad Ecológica.

La laguna depende del flujo de agua dulce del río para mantener un nivel de agua adecuado y saludable para los organismos que habitan en ella. Cuando la boca del río se cierra, ya sea por factores naturales como la acumulación de sedimentos o por obstrucciones causadas por infraestructura, el nivel de agua en la laguna disminuye progresivamente. Este cambio en el nivel de agua provoca efectos negativos, como:

- **Reducción de Hábitats Acuáticos:** Muchas especies de peces, invertebrados y plantas acuáticas necesitan un nivel de agua constante para sus ciclos de vida. La reducción en la cantidad de agua afecta directamente su hábitat, restringiendo su espacio y forzando a las especies a concentrarse en áreas más pequeñas. Esto puede aumentar la competencia por los recursos y la vulnerabilidad de algunas especies frente a depredadores y enfermedades.
- **Disminución de la Conectividad:** La conexión entre el sistema lagunar, el río y el mar es crucial para especies migratorias que dependen de la entrada y salida de agua dulce y salada en diferentes etapas de su vida. Sin esta conectividad, especies como camarones, peces y otros organismos no pueden migrar entre el océano y la laguna para cumplir sus ciclos reproductivos o alimenticios. Esto afecta no solo a las especies en cuestión, sino a todo el ecosistema que depende de ellas como fuente de alimento o como reguladoras de la población de otras especies.

### 2. Aumento de la Salinidad y sus Consecuencias.

Uno de los efectos más importantes de la falta de ingreso de agua dulce es el aumento de la salinidad en la laguna. Al no recibir agua nueva, el agua salada del océano tiende a concentrarse en la laguna, especialmente en áreas cercanas a la boca del río. Este aumento en la salinidad puede llevar a una serie de consecuencias para el ecosistema lagunar.

- **Estrés para Especies Sensibles:** Muchas especies de la laguna están adaptadas a condiciones de agua salobre (una mezcla equilibrada de agua dulce y salada). Cuando la salinidad se eleva, estas especies experimentan estrés osmótico, lo cual afecta sus funciones biológicas básicas, incluyendo la capacidad de alimentarse, reproducirse y defenderse contra enfermedades. Algunas especies sensibles al cambio de salinidad pueden morir, mientras que otras intentan migrar a otras áreas, lo que reduce la biodiversidad local.
- **Cambios en la Composición de Especies:** A medida que el ambiente se vuelve más

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

salino, especies marinas que toleran altos niveles de sal pueden invadir el sistema lagunar, desplazando a las especies locales. Esto cambia la estructura del ecosistema, con especies invasoras que pueden afectar las redes tróficas y alterar la cadena alimenticia de la laguna.

- Impacto en la Vegetación Acuática: La vegetación de la laguna también sufre los efectos del aumento de la salinidad. Plantas como los manglares y otras especies de vegetación ribereña dependen de agua con bajo contenido salino para sobrevivir. Con el aumento de la salinidad, estas plantas pueden morir, afectando no solo a los organismos que dependen de ellas como refugio y alimento, sino también al propio ecosistema, que pierde un importante regulador del suelo y del agua.

### 3. Reducción de Oxígeno y Calidad del Agua.

La falta de flujo de agua dulce causa un estancamiento en el sistema lagunar que afecta la calidad del agua. Sin renovación constante, el oxígeno en el agua disminuye, lo que afecta a los organismos que dependen de niveles adecuados de oxígeno disuelto.

- Condiciones de Hipoxia o Anoxia: La hipoxia (bajos niveles de oxígeno) y anoxia (ausencia total de oxígeno) son comunes en aguas estancadas. En estas condiciones, la vida acuática enfrenta graves dificultades para sobrevivir. Los peces y otros organismos aeróbicos pueden morir en grandes cantidades, provocando un “evento de mortandad” que disminuye aún más la biodiversidad y genera problemas para el equilibrio del ecosistema.
- Acumulación de Material Orgánico y Eutrofización: La falta de circulación de agua también favorece la acumulación de desechos orgánicos, como restos de plantas y animales, además de nutrientes como nitratos y fosfatos provenientes de fuentes agrícolas y urbanas. Este exceso de nutrientes provoca eutrofización, un proceso en el que el crecimiento excesivo de algas bloquea la luz solar y consume oxígeno cuando las algas mueren y se descomponen, creando “zonas muertas” en el fondo de la laguna donde no puede sobrevivir la vida acuática.

### 4 Impacto en la Reproducción y Ciclo de Vida de las Especies Acuáticas.

Muchos organismos acuáticos dependen de cambios estacionales y de la renovación de agua dulce para iniciar sus ciclos reproductivos. Cuando la boca del río se cierra, el equilibrio estacional del agua en la laguna se altera, afectando la reproducción de varias especies.

- Interrupción de Ciclos Reproductivos: Especies como camarones y peces estuarinos dependen de la mezcla de agua dulce y salada para desovar y criar a sus juveniles. Al quedar atrapadas en la laguna sin acceso a agua dulce, estas especies no pueden cumplir su ciclo de vida, lo que reduce su población y, en consecuencia, la disponibilidad de estas especies para la pesca.
- Migración Restringida de Especies: Organismos como peces, crustáceos y ciertas especies de moluscos necesitan migrar entre el océano, el río y la laguna para diferentes etapas de su vida. La falta de conectividad no solo impide su migración, sino que también afecta la dinámica de nutrientes en el sistema, ya que estos organismos

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

transportan nutrientes entre diferentes ecosistemas.

### 5. Pérdida de Biodiversidad y Desequilibrio Ecológico.

El cierre de la boca del río Baluarte reduce la diversidad de hábitats disponibles y limita la presencia de especies que dependen de condiciones estacionales o de la entrada de agua dulce para su supervivencia.

- **Desaparición de Especies Clave:** Las especies que no pueden adaptarse a las nuevas condiciones pueden desaparecer del sistema lagunar, lo cual tiene un efecto en cascada en el ecosistema. La desaparición de especies clave, como depredadores, afecta a toda la cadena alimenticia, provocando un desequilibrio ecológico que puede llevar a la sobrepoblación de algunas especies y a la escasez de otras.
- **Reducción de Nichos Ecológicos:** Con la reducción en la disponibilidad de diferentes hábitats y condiciones acuáticas, se limitan los nichos ecológicos de muchas especies. Esto provoca una disminución de la biodiversidad en el sistema lagunar, lo cual afecta la resiliencia del ecosistema para adaptarse a futuros cambios ambientales o climáticos.

### 6. Impacto en las Actividades Pesqueras y Económicas.

El cierre de la boca del río también tiene consecuencias directas sobre las actividades pesqueras y la economía local, ya que muchas comunidades dependen de la pesca en la laguna para su sustento.

- **Disminución de Especies Comerciales:** Las poblaciones de peces y mariscos que representan un recurso económico importante disminuyen cuando se interrumpe su ciclo de vida o se ven afectadas por cambios en la salinidad y el oxígeno. Esto impacta directamente en las capturas de especies como el camarón, las lisas, y otras especies comerciales.
- **\*\*Afectación de la Economía Local y Pérdida.**

La pesquería de camarón y escama es el principal sustento económico.

Con los trabajos de retiro de escollera y dragado para disminuir el azolvamiento del canal de navegación, se recupera una mejor circulación hidráulica, logrando una mayor dinámica de movilidad para las embarcaciones, así como realizar el acceso de las mismas aún con mareas bajas y por ende ser más eficientes y oportunos en la realización de su principal actividad económica, redituando con esto un aumento considerable en las capturas de las especies pesqueras comerciales más importantes, mejorando notablemente el nivel y calidad de vida de las personas que viven y conviven en el territorio dentro y fuera de la zona de influencia de la laguna, calculando aproximadamente, **se beneficie directamente a unas 5,188 familias de pescadores e indirectamente a unas 15,564 familias de la región**, con el desarrollo de las actividades relacionadas con la pesca, entre otros.

Las organizaciones cooperativas que realizan actividades de pesca de camarón y escama en los Sistemas Lagunares Huizache Caimanero y Laguna Agua Grande, y son beneficiadas directamente, están agrupadas:

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Federaciones	Total Soc. Coop.	Sociedades Cooperativas			Total Socios	Socios		
		Mazatlán	El Rosario	Escuinapa		Mazatlán	El Rosario	Escuinapa
5	36	6	22	8	3,288	585	1,944	759

Pescadores No Organizados			Total Pescadores No Organizados
Mazatlán	El Rosario	Escuinapa	
500	800	600	1,900

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

Se proyecta retirar rocas, piedras y arena perteneciente a la escollera, en los elementos de **Retiro De Espigón 1** con un volumen de 10,537.61 m<sup>3</sup>, **Retiro De Espigón 2** con un volumen de 64,752.00 m<sup>3</sup>, dragado de un **Canal de navegación**, produciendo un volumen de material de 12,319.81 m<sup>3</sup>, para lo cual se contemplan **dos zonas de tiro** que tienen una superficie total de 36,849.06 m<sup>2</sup>, en las cuales se calculó una altura máxima de 2.50 m, se tendría la capacidad de 92,122.65 m<sup>3</sup>, con la capacidad del volumen de roca y arena a desazolver que es de 87,609.42 m<sup>3</sup>.

N°	RETIRO DE ESCOLLERA (ROCAS Y ARENA)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	VOLUMEN A DESAZOLVAR (m <sup>3</sup> )
1	A.-RETIRO DE ESPIGON 1	125.00	40.00	5,000.00	10,537.61
2	B.-RETIRO DE ESPIGON 2	427.79	40.00	17,111.62	64,752.00
3	C.-DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	438.98	20.00	8,779.62	12,319.81
	<b>TOTALES :</b>	<b>991.77</b>		<b>30,891.24</b>	<b>87,609.42</b>

Se presenta anexo el cálculo de los volúmenes a retirar y desazolver de los canales de navegación, así como el trazo de cada uno de ellos con sus secciones transversales. Tablas y Planos anexos.

N°	ZONAS DE TIRO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	LONGITUD PROMEDIO (m)	ANCHO PROMEDIO (m)	CAPACIDAD (m3) A 2.5 M DE ALTURA VOLUMEN A DEPOSITAR	VOLUMEN A DESAZOLVAR (m <sup>3</sup> )
1	D.- ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA	34,320.10	330.30	103.91	85,800.24	75,289.61
2	E.- ZONA DE TIRO DE ARENA	2,528.97	80.50	31.42	6,322.41	12,319.81
	<b>TOTALES :</b>	<b>36,849.06</b>			<b>92,122.65</b>	<b>87,609.42</b>

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Se presenta anexo el cálculo de los volúmenes a desazolvar de los canales de navegación, así como el trazo de cada uno de ellos con sus secciones transversales. Tablas y Planos anexos.

SIMBOLOGIA		 	PROYECTO:													
DC	DESALPME EN CORTE		* Retiro de rocas, arena y piedras que conformaban la estructura espigón, de la escollera, ubicada en la boca del Río Baluarte, Municipio de El Rosario, Sinaloa*.													
DT	DESALPME EN TERRAPLEN		TRAMO:	02-												
C	CORTE		ESPIGÓN 1													
T	TERRAPLEN															
COORDENADA INICIAL DE CURVA MASA		10,000.00	AREAS		VOLUMENES											
SECCIONES DE TN LEVANTADAS EN CAMPO	ELEVACIONES		ESPESORES		DESALPME		C	T	Factor de abundancia en corte	SEMI- DISTANCIA	DESALPME		C	T	RESUMEN (ORDENADAS DE LA CURVA MASA)	
	TN	SUBRASANTE	C	T	DC	DT					DC	DT				
0+000.000	-2.115	-2.000	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	3.46							0+000.000	0.00
0+005.000	-2.115	-1.880	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	7.14	1.00	2.50	0.00	0.00	0.00	26.52	0+005.000	-26.52
0+010.000	-0.610	-1.760	1.15	0.00	0.00	0.00	21.77	2.78	1.00	2.50	0.00	0.00	54.43	24.82	0+010.000	3.10
0+015.000	2.101	-1.640	3.74	0.00	0.00	0.00	79.93	1.04	1.00	2.50	0.00	0.00	254.26	9.55	0+015.000	247.81
0+020.000	4.800	-1.520	6.32	0.00	0.00	0.00	142.94	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	557.17	2.60	0+020.000	802.38
0+025.000	6.029	-1.400	7.43	0.00	0.00	0.00	183.35	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	815.74	0.00	0+025.000	1,818.12
0+030.000	4.736	-1.280	6.02	0.00	0.00	0.00	191.27	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	936.57	0.00	0+030.000	2,554.69
0+035.000	5.140	-1.160	6.30	0.00	0.00	0.00	186.65	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	944.82	0.00	0+035.000	3,499.51
0+040.000	5.173	-1.040	6.21	0.00	0.00	0.00	176.45	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	907.76	0.00	0+040.000	4,407.27
0+045.000	5.481	-0.920	6.40	0.00	0.00	0.00	156.87	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	833.29	0.00	0+045.000	5,240.56
0+050.000	5.583	-0.800	6.36	0.00	0.00	0.00	148.99	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	764.63	0.00	0+050.000	6,005.19
0+055.000	5.517	-0.680	6.20	0.00	0.00	0.00	135.95	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	712.35	0.00	0+055.000	6,717.54
0+060.000	4.765	-0.560	5.32	0.00	0.00	0.00	115.62	0.30	1.00	2.50	0.00	0.00	628.92	0.74	0+060.000	7,345.72
0+065.000	3.677	-0.440	4.12	0.00	0.00	0.00	92.79	1.05	1.00	2.50	0.00	0.00	521.01	3.37	0+065.000	7,863.36
0+070.000	2.392	-0.320	2.71	0.00	0.00	0.00	57.91	2.42	1.00	2.50	0.00	0.00	376.76	8.69	0+070.000	8,231.43
0+075.000	2.622	-0.200	2.82	0.00	0.00	0.00	53.79	3.17	1.00	2.50	0.00	0.00	279.27	13.98	0+075.000	8,496.72
0+080.000	2.377	-0.080	2.46	0.00	0.00	0.00	42.79	3.98	1.00	2.50	0.00	0.00	241.47	17.88	0+080.000	8,720.31
0+085.000	1.802	0.040	1.76	0.00	0.00	0.00	35.80	2.15	1.00	2.50	0.00	0.00	196.49	15.34	0+085.000	8,901.46
0+090.000	2.751	0.160	2.59	0.00	0.00	0.00	37.57	1.02	1.00	2.50	0.00	0.00	183.43	7.93	0+090.000	9,076.95
0+095.000	1.992	0.280	1.71	0.00	0.00	0.00	35.67	1.01	1.00	2.50	0.00	0.00	183.10	5.07	0+095.000	9,254.99
0+100.000	2.160	0.400	1.76	0.00	0.00	0.00	34.42	0.93	1.00	2.50	0.00	0.00	175.22	4.85	0+100.000	9,425.36
0+105.000	3.204	0.520	2.68	0.00	0.00	0.00	38.63	0.94	1.00	2.50	0.00	0.00	182.62	4.67	0+105.000	9,603.31
0+110.000	3.163	0.640	2.52	0.00	0.00	0.00	39.53	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	195.40	2.34	0+110.000	9,796.37
0+115.000	3.235	0.760	2.47	0.00	0.00	0.00	41.71	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	203.10	0.00	0+115.000	9,999.46
0+120.000	2.240	0.880	1.36	0.00	0.00	0.00	38.61	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	200.80	0.00	0+120.000	10,200.26
0+125.000	2.205	1.000	1.20	0.00	0.00	0.00	36.99	0.00	1.00	2.50	0.00	0.00	189.00	0.00	0+125.000	10,537.61

Se presenta la distribución de las superficies correspondientes al proyecto:

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES RETIRO DE ESCOLLERA DEL RÍO BALUARTE			
Color	Concepto	Superficie (m2)	Porcentaje (%)
	A.-RETIRO DE ESPIGON 1	5,000.00	7.38
	B.-RETIRO DE ESPIGON 2	17,111.62	25.26
	C.-DESALOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	8,779.62	12.96
	D.- ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA	34,320.10	50.66
	E.- ZONA DE TIRO DE ARENA	2,528.97	3.73
<b>Superficie total:</b>		<b>67,740.30</b>	<b>100.00</b>

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

**II.1.4 Inversión requerida.**

La inversión estimada para llevar a cabo el Proyecto es de **250'000,272.00 de pesos.**

**II.1.5 Inversión para medidas de mitigación.**

Las principales medidas de mitigación, compensación y/o restauración para reducir los riesgos ambientales por el dragado, se contemplan las siguientes:

MEDIDAS	IMPORTE (\$)
<b>Etapas de Preparación del Sitio</b>	
Instalación de letrinas para el control de aguas residuales domésticas.	6,000.00
Instalación de contenedores para el control de residuos sólidos domésticos.	3,000.00
<b>SUMA</b>	<b>9,000.00</b>
<b>Etapas de Construcción</b>	
Instalación de letrinas para el control de aguas residuales domésticas.	17,000.00
Instalación de contenedores para el control de residuos sólidos domésticos.	5,500.00
Colocación de letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre	2,500.00
Instalación de contenedores para el control de residuos peligrosos (grasas y aceites usados)	25,000.00
Realización de <b>6 estaciones de muestreos</b> de calidad del agua.	18,750.00
Implementación del Programa de Seguimiento Ambiental	120,000.00
<b>SUMA</b>	<b>188,750.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>197,750.00</b>

**Tabla II-2 Programas ambientales a implementar para este proyecto:**

PROGRAMA	IMPORTE ( \$ )
Programa de ahuyentar, rescate y reubicación de fauna.	663,900.00
Programa de rescate y reubicación de flora.	589,600.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,253,500.00</b>

## **II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.**

### **1.- RETIRO DE ESPIGONES DE ESCOLLERA.**

El retiro de una escollera es un proceso técnico y ambientalmente sensible que implica la eliminación controlada de estructuras de rocas y materiales colocados a lo largo de una costa o río para protegerlos de la erosión o el oleaje fuerte. Dado que las escolleras desempeñan un papel importante en la protección de la línea costera y los hábitats asociados, su remoción requiere una planificación rigurosa, el cumplimiento de normativas medioambientales, y la implementación de estrategias que minimicen los posibles impactos negativos sobre el ecosistema y la costa.

A continuación, se detalla un proceso extensivo y sistemático para la remoción de escolleras:

#### **1. Preparación del Sitio.**

- **Acondicionamiento de las áreas cercanas:** Antes de comenzar la remoción, se debe asegurar que las áreas alrededor de la escollera estén protegidas, especialmente aquellas que podrían verse afectadas por la dispersión de sedimentos. Esto incluye la instalación de barreras o redes de contención en el agua para evitar que los sedimentos se dispersen y perjudiquen los ecosistemas cercanos.
- **Acceso de maquinaria pesada:** Para realizar la remoción, es fundamental que el sitio sea accesible para la maquinaria sin causar daños adicionales. Esto puede implicar la construcción de caminos temporales y el acondicionamiento de áreas para el transporte de materiales.
- **Medidas de seguridad:** La preparación incluye también la implementación de protocolos de seguridad para el personal y la maquinaria. En algunos casos, se establecen áreas restringidas para garantizar que las actividades de remoción no representen un peligro para los visitantes o el personal en el área.

#### **2. Proceso de Retiro de la Escollera.**

- **Desmontaje y remoción de rocas:** Este paso consiste en retirar las rocas y otros materiales que conforman la escollera. La remoción suele hacerse de manera secuencial y cuidadosa, utilizando excavadoras, grúas y otros equipos para minimizar el impacto en el agua y el fondo marino. Es importante que este proceso sea monitoreado en todo momento para asegurarse de que no se generen daños adicionales.
- **Clasificación y disposición de los materiales:** En algunos casos, las rocas y escombros de la escollera pueden ser reutilizados en otras obras, como en la creación de arrecifes artificiales, mientras que otros deben ser transportados a instalaciones de reciclaje o vertederos autorizados.
- **Control de sedimentos y turbidez:** Durante el retiro de la escollera, es probable que se generen sedimentos que pueden dispersarse y afectar la calidad del agua. Para mitigar esto, se suelen implementar barreras de turbidez, que evitan que los sedimentos se propaguen y afecten a la flora y fauna del área circundante.

#### **3. Restauración del Ecosistema Costero.**

- **Estabilización de la costa:** Una vez que la escollera ha sido retirada, es posible que se necesiten

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

medidas de estabilización para evitar la erosión. Esto puede implicar la colocación de vegetación autóctona en la costa o la instalación de barreras de arena temporales.

- **Revegetación y restauración de hábitats:** El proceso de restauración incluye el plantado de vegetación nativa para recuperar la estabilidad de los suelos y contribuir a la regeneración del ecosistema. Plantas como pastos marinos y otras especies costeras autóctonas ayudan a consolidar el suelo y a crear hábitats para animales que dependen de estos entornos.

- **Rehabilitación de ecosistemas marinos:** En ciertos proyectos, pueden incluirse medidas para la rehabilitación de hábitats submarinos, como la instalación de arrecifes artificiales para sustituir la función que las rocas de la escollera ofrecían a las especies marinas.

**4. Informe y Seguimiento Post-Operación.**

- **Documentación de los resultados:** Se realiza un informe final donde se documentan todas las etapas del proceso, los resultados obtenidos, y las lecciones aprendidas. Este documento es importante para los organismos de control y para mejorar futuros proyectos similares.

- **Monitoreo continuo:** Después del retiro, el área debe ser monitoreada para detectar cambios en la erosión, estabilidad de la costa y biodiversidad del área. Este seguimiento puede incluir el monitoreo de los niveles de sedimentación y calidad del agua, así como la observación de cómo los ecosistemas se adaptan a las nuevas condiciones.

- **Evaluación del impacto a largo plazo:** Dependiendo de los resultados, se pueden realizar estudios periódicos para evaluar si el retiro de la escollera ha cumplido sus objetivos o si es necesario implementar medidas adicionales de restauración.

Este proceso de retiro de una escollera busca equilibrar la necesidad de restaurar las condiciones naturales de la costa con la preservación de los ecosistemas y la minimización del impacto ambiental. Este tipo de proyectos puede tomar meses o incluso años, especialmente cuando se requiere un monitoreo a largo plazo para asegurar que la retirada no cause efectos adversos en el medio ambiente costero.

<b>RETIRO DE ESCOLLERA (ROCAS Y ARENA)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>SUPERFICIE (M<sup>2</sup>)</b>	<b>VOLUMEN A DESAZOLVAR (m<sup>3</sup>)</b>
A.-RETIRO DE ESPIGON 1	125.00	40.00	5,000.00	10,537.61
B.-RETIRO DE ESPIGON 2	427.79	40.00	17,111.62	64,752.00

**2.- DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN.**

<b>RETIRO DE ESCOLLERA (ROCAS Y ARENA)</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>SUPERFICIE (M<sup>2</sup>)</b>	<b>VOLUMEN A DESAZOLVAR (m<sup>3</sup>)</b>
C.-DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	438.98	20.00	8,779.62	12,319.81

**TRAZO Y SECCIONAMIENTO CANAL DE NAVEGACIÓN.**

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Con objeto de efectuar la configuración topográfica de toda la zona de estudio, se realizaron los seccionamientos transversales a la poligonal de apoyo previamente trazada, a distancias uniformes de 20 m.

El seccionamiento se llevó a cabo con equipo GPS promark 500, en forma de operación dinámica a tiempo real RTK, esto para optimizar los tiempos y precisión de los trabajos. Este método nos da aproximaciones del orden de  $\pm 1$  cm en el plano horizontal y  $\pm 1.0$  cm en vertical. El procedimiento para realizar los seccionamientos se describe a continuación:

Se colocó la base diferencial programando el GPS con las coordenadas ya obtenidas en operación a tiempo real. Se preparó el equipo móvil de levantamiento, el cual consta de una estación GPS equipada con radio para recibir las correcciones de la base diferencial, antena de GPS instalada en bastón y memoria USB para la captura de datos.

Una vez que se replanteó la línea de apoyo, se ubicaron cada una de las secciones por levantar. Lo anterior se realizó con la finalidad de ubicar en campo la posición de las secciones transversales del estudio.

En las zonas donde el terreno no lo permitía por lo fangoso del subsuelo, se utilizó una embarcación de apoyo.

El posicionamiento de cada uno de los puntos en campo se grabó en la memoria del equipo.

Posteriormente en gabinete se procesó la información mediante con el software de dibujo Autocad y Civilcad.

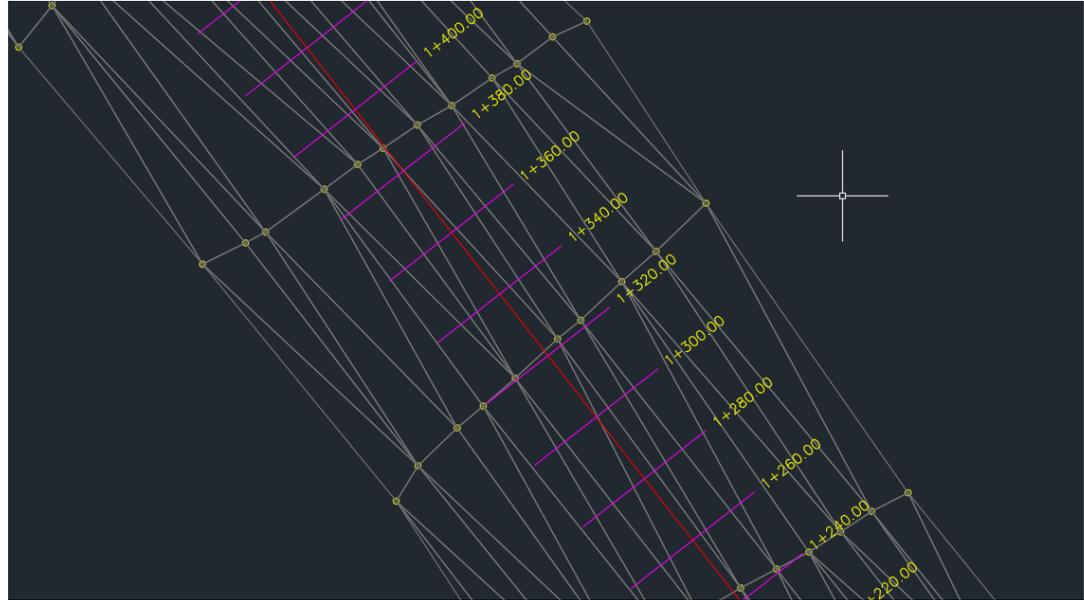
El procedimiento anterior se realizó a todo lo largo de la zona de estudio, ya que por otros métodos no se podría haber realizado, como el batimétrico con ecosonda.

Con la red terminada se obtienen las curvas de nivel, y allí podemos apreciar las zonas altas o bajas.

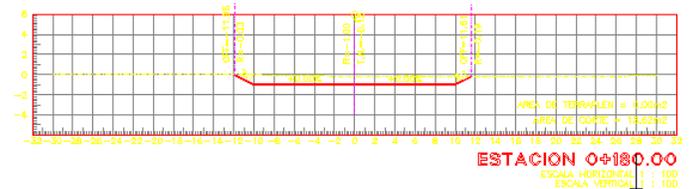
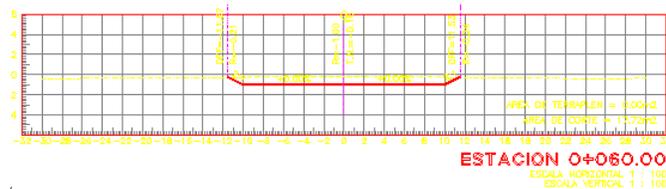
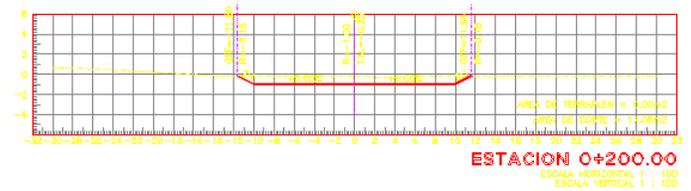
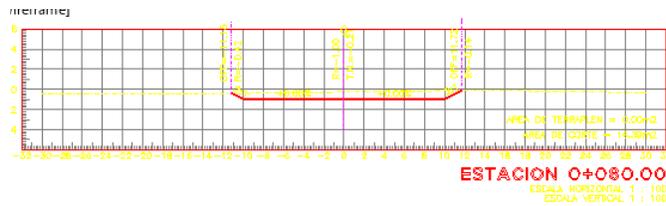
Lo siguiente a realizar es proponer el eje central para el proyecto, situando de manera estratégica y sea de máxima utilidad en las zonas de interés.

Se le crean secciones de trabajo a cada 20 metros, que tengan el ancho suficiente para cubrir el área de trabajo con un ancho de 20 metros.

# FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.



A cada una de las secciones de trabajo se obtendrá el terreno natural y se comparará con la sección de proyecto más conveniente y antes vistas con los interesados para crear las áreas cortes.



Con las áreas de cortes de todas las secciones, las pasaremos a un cuadro de áreas donde calcularemos los volúmenes de todo el tramo propuesto para dragado.

## CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS OBRAS

Mediante el levantamiento topográfico de la zona de estudio, se observó que el canal de navegación se encuentra totalmente azolvado al igual que toda la laguna “Caimanero”, la cual es un depósito natural de los arrastres continentales.

El canal existente fue construido hace más de 25 años con equipo terrestre, de ahí que su trazo corra paralelo a la ribera de la laguna, y sus dimensiones sean mínimas. Actualmente los pescadores recorren

## **FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

el canal empleando varas para el apalancamiento y empuje de las embarcaciones, ya que no es posible utilizar motores más que en las mareas de vivas del año.

Derivado de las pláticas con los pescadores se definió la necesidad de hacer el trazo del canal más recto y evitar curvas que pudieran ocasionar colisiones entre lanchas. Asimismo, que la profundidad y ancho de plantilla fueran las idóneas para las embarcaciones del lugar

De acuerdo a los antecedentes planteados, se realizará el análisis y Proyecto Geométrico del canal de navegación.

De acuerdo al Manual de Dimensionamiento Portuario 2001, Editado por la Dirección General de Puertos, Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, los aspectos a considerar en el dimensionamiento de los canales son:

- a) Alineamiento en Planta.
- b) Longitud del Canal.
- c) Ancho del canal en tramos curvos y rectos.
- d) Profundidad.

### **A. ALINEAMIENTO EN PLANTA.**

Para el diseño en planta el manual de dimensionamiento portuario hace siguientes consideraciones aplicables a embarcaciones menores como nuestro caso, mismas que se siguieron con el mayor apego:

- Trazos rectos de preferencia.
- Los cambios de dirección deben ser con los mayores radios de giro
- Una sola curva es preferible a una sucesión de pequeñas o finas curvas.
- El canal debe estar orientado a las corrientes principales, con el fin de minimizar desviaciones de la embarcación.

Los canales de navegación se trazaron siguiendo estas consideraciones.

### **B. LONGITUD DEL CANAL.**

Respecto de las recomendaciones que emite el Manual de Dimensionamiento Portuario en torno a la longitud de los canales, éstas están enfocadas a la distancia de parada necesaria para el frenado de barcos; por lo que se considera que no son aplicables a las embarcaciones menores ribereñas con motor fuera de borda

En nuestro caso, la longitud del canal está supeditada principalmente a la distancia más corta entre el sitio de arribo de pesca y el sitio donde la topografía de la laguna tenga profundidades que permita la libre navegación y maniobras de pesca, es decir la longitud existente donde la profundidad permita la navegación.

### **C. ANCHO DEL CANAL EN TRAMOS CURVOS Y RECTOS.**

El ancho de la plantilla del canal de acceso recomendado por PIANC para dos vías de navegación con cruce de embarcaciones está determinado por la formula siguiente:

$$B = Tr + 2N + 2 \sum_{i=1}^n ni + Lf + Tr$$

Donde:

Tr = Franja de resguardo del talud

N = Franja de Maniobrabilidad. Para este caso  $N=1.3M = 1.3(1.30)= 1.69$  m

M = Manga de la embarcación de diseño = 1.30 m.

ni = Sobreancho de maniobra en canales.

Lf = Franja libre entre franjas de maniobrabilidad.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. Cálculo del ancho de la Franja de Resguardo (Tr).
2. Cálculo del Sobreancho de Maniobras en canales (ni).
3. Cálculo de la Franja libre entre franjas de maniobrabilidad (Lf).
4. Cálculo de la Franja libre entre franjas de maniobrabilidad en tramos curvos

#### **1. CALCULO DEL ANCHO DE LA FRANJA DE RESGUARDO (Tr)**

$$Tr = 0.5 (M) = 0.5 \times 1.30$$

$$Tr = 0.65 \text{ m}$$

#### **2. CÁLCULO DEL SOBREAÑO DE MANIOBRAS EN CANALES (ni)**

Este sobreancho “ni”, está determinado por los siguientes factores:

a.- Velocidad de la embarcación “Vb” (nudos).

para  $8 \leq Vb < 12$ , en canales interiores abrigados,  $ni = 0.0(M)$

$$ni = 0.0 \times 1.30.$$

$$ni = 0.00 \text{ m}$$

b) Viento dominante de través (nudos) = 13.79 nudos, menor a 15 nudos.

$$ni = 0$$

c) Corriente Transversal dominante (nudos).

Para velocidad media entre 0.5 y 1.5 nudos,  $ni = 0.5 (M)$

$$ni = 0.5 \times 1.30.$$

$$ni = 0.65 \text{ m.}$$

d) Corriente longitudinal dominante (nudos)

Para velocidad media entre 1.5 y 3.0 nudos  $ni = 0.1 (M)$

$$ni = 0.1 \times 1.30.$$

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

**ni = 0.13 m**

**e)** Altura de cresta del oleaje significativo  $H_s$  y su longitud  $\lambda$  (m)

Para  $H_s < 1$ ,  $\lambda$  menor o igual que  $L$ .

**ni = 0**

**f)** Ayudas a la navegación Media (Mala visibilidad ocasional)

$ni = 0.2(M) = 0.2 \times 1.30$ .

**ni = 0.26 m**

**g)** Superficie del fondo  $< 1.5$  d Regular: movable o con pendiente firme

$ni = 0.1(M) = 0.1 \times 1.30$ .

**ni = 0.13 m**

**h)** Profundidad del canal 1.15 - 1.5 d.

$ni = 0.2(M) = 0.2 \times 1.30$ .

**ni = 0.26 m**

**i)** Nivel de riesgo de la carga (tóxica, explosiva, combustible, corrosiva o contaminante) Bajo.

**ni = 0**

**POR LO TANTO EL SOBRECARGO DE MANIOBRAS ES:**

$ni = 0 + 0 + 0.65 + 0.13 + 0 + 0.26 + 0.13 + 0.26 + 0 = 1.43$

**ni = 1.43 m**

### **3.- CÁLCULO DE LA FRANJA LIBRE ENTRE FRANJAS DE MANIOBRABILIDAD (Lf)**

- El espacio libre entre franjas de maniobras o distancia de cruce "Lf" está dado por las siguientes condiciones:
- **1.-** Velocidad de la embarcación de diseño  $> 12$  nudos;
- $Lf = 0$
- **2.-** Densidad de tráfico cruzado Intenso.
- $Lf = 0.4(M) = 0.4 \times 1.30$ .
- $Lf = 0.52$  m

**POR LO TANTO EL ESPACIO LIBRE ENTRE FRANJAS DE MANIOBRAS (Lf) ES:**

- $Lf = 0 + 0.52 = 0.52$
- **Lf = 0.52 m**

**POR LO TANTO EL ANCHO DE LA PLANTILLA DEL CANAL DE ACCESO ES:**

- **n**
- **$B = Tr + 2N + 2 \sum ni + Lf + Tr$**
- **i=1**
- $B = 0.65 + 2 (1.69) + 2 (1.43) + 0.52 + 0.65$
- $B = 0.65 + 3.38 + 2.86 + 0.52 + 0.65$

- **B = 8.06 m**

#### **RADIO DE GIRO DE CURVAS EN TRAMOS CURVOS.**

- Radio aproximado = 2.8 E para  $h/T = 1.10$
- Donde E = Eslora
- Radio aproximado =  $2.8 \times 7.00 = 19.60$  m

Incremento de radio por cambio de trayectoria = 30 y 40% de la manga (para aguas profundas).

Incremento en el radio =  $30\% \times 1.30\text{m} = 0.39$  m

Entonces el radio total es:

$$R = 19.60 + 0.39 = 19.99 \text{ m}$$

Se acepta un  $R = 20.00$  m. como mínimo.

**NOTA:** El radio y ancho de las curvas se determina considerando un ángulo para maniobras de giro, menor al caso de 2.8 E, más un margen de distancia que cubra los efectos del viento, oleaje y corrientes:

Por lo tanto:

$$\Phi = 20.$$

Por lo cual en el diseño geométrico se buscará satisfacer en todo momento este requisito.

#### **4.- CÁLCULO DEL SOBRECANAL DEL CANAL EN TRAMOS CURVOS.**

Criterios empíricos más usuales para su obtención son:

PIANC

$$\Delta B \approx E/40 = 7.00/40 = \mathbf{0.175 \text{ m}}$$

Ó

$$\Delta B \geq E^2/8R = 7.00^2/(8.00 \times 20.00) = 49/160 = \mathbf{0.30 \text{ m}}$$

Siempre que  $R \leq 5E$

$$\leq 5(7.00) = 35.00 \text{ O.K.}$$

$$\Delta B = 2R - (4R^2/E^2)^{1/2} = (2 \times 20) - (4(20)^2 - 7.00^2)^{1/2}$$

$$\Delta B = (40.00) - (1,600.00 - 49.00)^{1/2} = \mathbf{0.62\text{m}}$$

Se acepta la opción más desfavorable de las tres y es:

$$\Delta B = 0.62 \text{ m}$$

**Se acepta AB = 62 cm**

**POR LO TANTO ES ACEPTABLE UN ANCHO MÍNIMO DE PLANTILLA DE 9.00 M.**

#### **1. CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL CANAL**

Los niveles de marea que se considerarán para el diseño del canal son las señaladas en el inciso de Nivelación Diferencial.

La profundidad del canal depende de:

**1.-** El calado de la embarcación de diseño "T" a plena carga.

$$T = 0.60 \text{ m}$$

**2.-** El oleaje de operación, considerando la marea a lo largo del canal.

$$H_s = 0.20 \text{ m}$$

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

3.- La relación tirante de agua/calado de la embarcación de diseño (d/D), cuyos valores para garantizar el margen requerido de Squat.

Para la embarcación de diseño la altura máxima aceptable en el interior es de 0.30 m.

4.- El Trim o diferencia de calados entre la proa y la popa de la embarcación de diseño, por efecto de la carga.

DE NORMAS = 0.30 a 0.60 m

La embarcación de diseño tiene una capacidad de carga de 840 kg, y su línea de flotación no puede estar más allá de de su calado, por lo que se considera un Trim = 0.30 cm.

5.- El resguardo bajo la quilla de la embarcación para permitir su gobernabilidad.

Está dado según Normas: 0.5 m para fondo arenoso y 1.0 m para fondo rocoso.

Para nuestro caso se considera un resguardo de 0.5 m

6.- Los depósitos de sedimentos y la precisión tanto de las mediciones realizadas en los sondeos como de la ejecución de los dragados.

Precisión de sondeos = 0.10 M

Por lo tanto la profundidad del canal será:

1.- 0.60  
2.- 0.20  
3.- 0.30  
4.- 0.30  
5.- 0.50  
6.- 0.50  
**Σ= 2.50 m**

**PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL CANAL = 2.50 m.**

El tirante mínimo de agua debajo de una embarcación atracada, tiene un valor base de:

Trim = 30 cm

Resguardo = 50 cm

Precisión del sondeo = 10 cm

**Total = 30 + 50 + 10 = 90 cm.**

Es decir, la profundidad de 2.50 m, cumple con los requisitos de seguridad para la embarcación de diseño y tripulantes.

N°	CONCEPTO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )
3	C.-DESAZOLVE DE CANAL DE NAVEGACIÓN	438.98	20.00	8,779.62

**b) LONGITUD DEL CANAL**

La longitud del canal de navegación se definió en función de la distancia más corta entre el sitio de pesca, poblado y la salida hacia el estero Agua Dulce, con la finalidad de reducir los tiempos de recorrido, quedando de la siguiente manera:

Longitud de los Canales de Navegación = 438.98 m.

**c) ANCHO DEL CANAL.**

Para la definición del ancho de plantilla de cada uno de los canales, se utilizaron los análisis descritos en los incisos precedentes, quedando:

Ancho de plantilla = 12.00 m.  
Ancho de Corona promedio = 20.00 m

**d) PROFUNDIDAD**

Al igual que en el inciso anterior, la profundidad de los canales se obtuvo de los análisis previos, resultando una profundidad de plantilla de -2.00 m (NBMI).

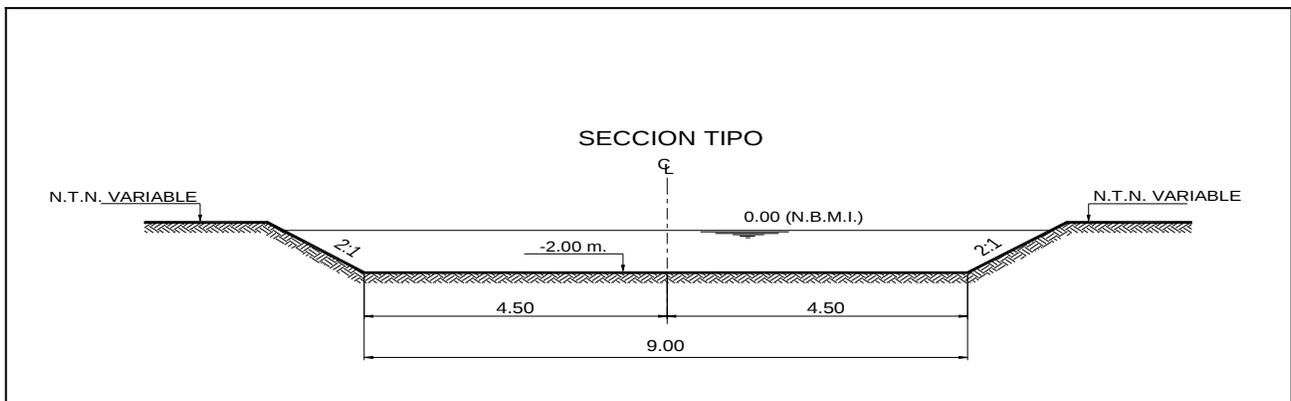


Figura prototipo del diseño del canal de navegación.

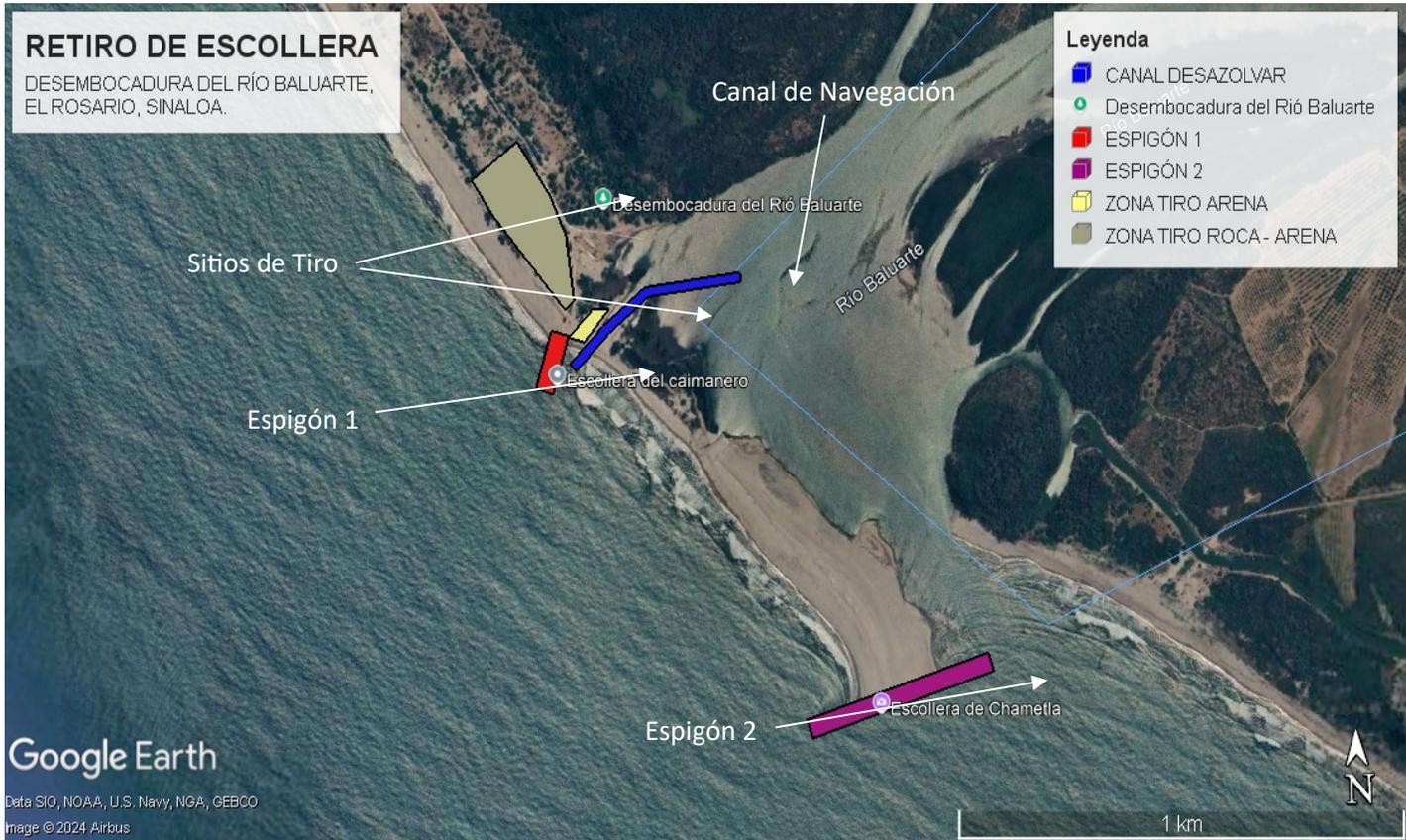
12.00 |

**3.- ZONAS DE TIRO DE ROCA Y ARENA**

La roca y arena, así como el material producto de la excavación se acomodará en zonas de tiro especiales para el tipo de material extraído, a estos se les llama

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

ZONAS DE TIRO y cada tramo tiene sus correspondientes al sitio, realizando un recorrido previo para ver el estado de cada una, y ver su capacidad de almacenaje.



Mapa de google earth, donde se indica la ubicación de los sitios de tiro.

**MOJONERAS**

Para el control de coordenadas en toda la extensión del tramo se colocaron mojoneras en puntos estratégicos.

POLIGONAL DE APOYO EN MOJONERAS						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				M1	2,545,448.260	381,989.511
M1	M2	N 36°20'45.08" W	1,599.665	M2	2,546,736.717	381,041.456
M2	M3	N 50°53'40.88" W	2,262.488	M3	2,548,163.776	379,285.793
M3	M4	N 46°47'05.47" W	1,491.946	M4	2,549,185.371	378,198.481
M4	M5	N 44°03'55.79" W	2,582.862	M5	2,551,041.274	376,402.152
<b>LONGITUD = 7936.961 m</b>						

## ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS.

### OLEAJE NORMAL.

El régimen de mareas observado para Mazatlán, corresponde al tipo mixto semidiurno, es decir, ocurren generalmente dos pleamares y dos bajamares, teniendo como característica principal que a la pleamar superior le sigue la bajamar inferior.

El comportamiento de las mareas en la zona del Proyecto de acuerdo al registro de la Estación Mareográfica Mazatlán del Instituto Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que se localiza en; Latitud: 23°10.90" N y Longitud: 106°25.40" W, presenta una amplitud máxima de la marea es de 1.16 m, y la promedio de 0.90 m, aproximadamente. La pleamar alcanza 1.13 m, por encima del nivel medio del mar, y la bajamar mínima alcanza 1.25 m. por debajo de este nivel. En la tabla siguiente se indican los niveles máximos y mínimos: (SMN:Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Servicio Mareográfico Nacional, México. Dirección electrónica: <http://www.mareografico.unam.mx>)

Niveles de mareas	Tabla de alturas de mareas referidas al nivel medio del mar	
	Pies (ft)	Altura Metros (m)
Altura Máxima Registrada:	4.7965296	1.462
Pleamar Máxima Registrada:	3.6974616	1.127
Nivel de Pleamar Media Superior:	1.7978784	0.548
Nivel de Pleamar Media:	1.492764	0.455
<b>Nivel Medio del Mar:</b>	<b>0</b>	<b>0.000</b>
Nivel de Media Marea:	0.0393696	0.012
Nivel de Bajamar Media:	-1.4566752	-0.444
Nivel de Bajamar Media Inferior:	-2.0209728	-0.616
Bajamar Mínima Registrada:	-4.101	-1.250

Fuente: <http://www.mareografico.unam.mx/portal/index.php?page=Estaciones&id=16>

El oleaje en la zona es predominantemente de NW y de W, representando el Swell por este sector (NW-W) aproximadamente 70 % anual y el Sea el 50 % anual. El oleaje del Sur representa, para el Swell solo el 4 % y el Sea el 1 %, oleaje manifiesto básicamente en la época de huracanes, si bien esta se inicia en mayo, es generalmente considerada de julio a octubre.

Adicionalmente, el oleaje del sector S-SSW con períodos de 13 a 20 segundos y generalmente con alturas de 0.9 a 1.5 m. El oleaje que proviene del SW según las

tablas de Sea and Swell, no representan más del 8 % mensual para el Sea y 15 % mensual para el Swell durante algunos meses.

En el sistema lagunar Huizache – Caimanero, no se presenta un oleaje como tal, ya que dicho sistema se encuentra aislado del mar, debido a modificaciones geomorfológicas de la boca del Río Presidio en el extremo Norte y la boca del Río Baluarte al Sur. El movimiento de la masa de agua, se da por la influencia de las corrientes de aire.

La influencia del agua marina sobre la laguna Huizache se presenta en los meses de junio a octubre que es el periodo cuando se presentan las mareas vivas.

### **OLEAJE CICLÓNICO.**

La marejada ciclónica es el aumento anormal de agua generado por una tormenta que rebasa el pronóstico astronómico de la marea, mientras que la marea de tormenta es un incremento en el nivel del agua durante una tormenta debido a la combinación de la marejada ciclónica y la marea astronómica.  
<https://huracanes.fiu.edu/aprende-sobre-huracanes/marejada-ciclonica/index.html>

Las características correspondientes al oleaje máximo que se seleccionan para dimensionar una obra se designan en general como oleaje de diseño. El oleaje de tormenta permite conocer la ola máxima y una cierta ola de diseño, lo cuál a su vez permitirá conocer las fuerzas que se ejercen sobre una obra.

Otro factor importante en el diseño de estructuras costeras es la sobre- elevación del nivel del agua (Sena), que se define como el aumento de nivel causado por una perturbación atmosférica (huracán) sobre una extensa zona costera sonera. Las causas específicas de los cambios de nivel del agua son: el esfuerzo superficial del viento, diferencias de presión atmosférica, aceleración de coriolis y generación de ondas largas por perturbaciones atmosféricas. (Javier Aldeco Ramírez, Yavani Montaña-Ley. 1986. Aplicación de un método de integración numérica en el estudio del oleaje máximo generado por el huracán Olivia en las proximidades de Mazatlán, Sin., México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1988-1/articulo294.html>)

En estudios realizados sobre el comportamiento del oleaje ciclónico en el Sur del Estado de Sinaloa, por la entrada de un ciclón, se encontró que la altura de ola significativa generada por el huracán y transportada sobre la plataforma continental fue de 6.7 m al llegar a la costa y la Sena (sobre elevación del nivel del agua) calculada fue de 1.6 m. Estos valores son considerados moderado y bajo respectivamente, esto se debe a que la zona presenta una batimetría regular y de suave pendiente. (Javier Aldeco Ramírez, Yavani Montaña-Ley. 1986. Aplicación de un

método de integración numérica en el estudio del oleaje máximo generado por el huracán Olivia en las proximidades de Mazatlán, Sin., México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1988-1/articulo294.html>)

## **CORRIENTES MARINAS.**

La laguna Huizache y la de Caimanero se comunican por una estrecha conexión de aproximadamente 250 m de ancho, en el sitio conocido como Pozo de la Hacienda, lo cual limita la mezcla de las aguas de ambas cuencas. Ambas lagunas no tienen conexión directa con el mar ni con los ríos, siendo esta por medio de esteros angostos y tortuosos con amplias llanuras de inundación y de profundidades muy variables dependiendo de la época del año y estado de las mareas. (Emilio Romero Beltrán y col. 2014. Estudio de la calidad del agua y sedimento en las lagunas costeras del estado de Sinaloa, México. Instituto Nacional de Pesca. Marzo de 2014. pág. 37)

La laguna Huizache recibe la influencia marina a través de canales o esteros meándricos de 5 km de largo y de aproximadamente 30 m de ancho y una profundidad de 3 llamado "Ostia", el nivel del agua varía en relación al ciclo de mareas y gasto del río Presidio. (Ignacio del Valle Lucero. 1989. Estrategia de Producción y Explotación en una Laguna Costera de México. Tesis Doctoral.)

Al inicio del verano, el río Presidio es desviado al Sur mediante la apertura en la barra litoral de un canal de comunicación al mar (2 km al sur de Boca Barron) y el posterior cierre de esta. Esta medida favorece al flujo de agua dulce del río Presidio hacia la laguna Huizache y acorta la distancia de viaje de los organismos marinos que migran al estuario. (Ignacio del Valle Lucero. 1989. Estrategia de Producción y Explotación en una Laguna Costera de México. Tesis Doctoral.)

La laguna Majahual recibe la influencia marina a través del estero del mismo nombre que nace en la Boca de Chametla en la desembocadura del río Baluarte y comunica a la Laguna después de un recorrido de 5.1, de aproximadamente 10 m de ancho y una profundidad de 2, el nivel del agua varía en relación al ciclo de mareas y gasto del río.

En la laguna Teacapán-Agua Brava las corrientes principales que aportan un escurrimiento de millones de metros cúbicos, en un área de cuencas bastante extensas son Río Baluarte y el Río Cañas.

En lo que respecta al comportamiento hidrodinámico del sistema lagunar, se tiene que las corrientes máximas se presentan en la boca de Teacapán, la velocidad de las corrientes al interior del canal crece durante el flujo conforme el agua avanza hacia la laguna de Agua Brava hasta alcanzar valores del orden de 0.70 m/s y

decrece durante el refluo conforme el agua sale hacia al mar a partir de valores máximos del orden de 0.90 m/s. (Brando Israel Vazquez Heredia y Cuauhtémoc Franco Ochoa.2017. Revisión de las Alteraciones Antrópicas sobre el estero de Teacapán, Escuinapa, Sinaloa. Facultad de Ingeniería Campus Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa. sinaloa5\_brando@hotmail.com)

Por otro lado, se observa que el efecto de la onda de marea que entra por la boca de Teacapán sufre una disipación importante hasta llegar a la laguna de Agua Grande; mientras que al exterior la altura de marea es del orden de 1.05 m, en el interior se reduce a 0.65 m. (Brando Israel Vazquez Heredia y Cuauhtémoc Franco Ochoa.2017. Revisión de las Alteraciones Antrópicas sobre el estero de Teacapán, Escuinapa, Sinaloa. Facultad de Ingeniería Campus Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa. sinaloa5\_brando@hotmail.com)

En Marismas Nacionales Sinaloa, en la zona de la Marisma Ancha la influencia marina es mínima, debido a que la energía de la marea prácticamente es nula. De ahí que el sistema deba sus aportes de agua a los escurrimientos y la precipitación, en la temporada de lluvias, y al agua dulce que se filtra del acuífero de la barra arenosa adyacente, durante el estío. Se puede caracterizar al sistema como lagunar-estuarino y es normal encontrar, en consecuencia, valores extremos de salinidad, por arriba de 35 ups en el estío y cercanos a 0 ups durante las lluvias.

## **VIENTOS.**

Según registros de la Estación Meteorológica de Mazatlán, lo vientos septentrionales provenientes del NWW, mismos que presentan una dominancia (por su frecuencia), que se resume a continuación y que se muestran en la gráfica correspondiente.

Vientos provenientes del W.- Son aquellos que tuvieron mayor dominancia en el período analizado, se encuentran presentes a lo largo de todo el año pero con mayor incidencia en los meses de abril a octubre.

Vientos provenientes del NW.- Se encuentran presentes durante todo el año, pero fundamentalmente de noviembre a marzo.

Vientos provenientes de WNW.- Aunque estos vientos se encuentran presentes durante todo el año, no presentan un período de dominancia muy marcado.

La frecuencia relativa de la dirección del viento anual se describe en la tabla siguiente:

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Mes	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW
Ene	26%	22%	17%	22%	13%	0%	0%
Feb	13%	30%	9%	39%	9%	0%	0%
Mar	9%	17%	22%	26%	22%	4%	0%
Abr	0%	13%	9%	35%	30%	13%	0%
Mayo	0%	0%	9%	22%	39%	30%	0%
Jun	0%	0%	0%	13%	26%	57%	4%
Jul	0%	0%	0%	13%	39%	48%	0%
Ago	9%	5%	0%	23%	55%	9%	0%
Sept	19%	0%	10%	24%	33%	14%	0%
Oct	24%	10%	10%	29%	29%	0%	0%
Nov	14%	38%	19%	14%	14%	0%	0%
Dic	14%	43%	10%	14%	14%	5%	0%

La dirección predominante promedio por hora del viento en Ciudad Mazatlán varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del oeste durante 8.3 meses, del 11 de febrero al 19 de octubre, con un porcentaje máximo del 65 % en 1 de junio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 3.7 meses, del 19 de octubre al 11 de febrero, con un porcentaje máximo del 46 % en 1 de enero.

La velocidad de los vientos en un año se resumen en la tabla siguiente:

MES	T. MEDIA	T. MÁX	T. MÍN	V. MEDIA VIENTO	RACHAS MÁX	PRESIÓN MEDIA
1	19 °C	32 °C	9 °C	13.3 km/h	-- km/h	1014.1 hPa
2	19 °C	28 °C	9 °C	13.7 km/h	-- km/h	1013.5 hPa
3	20 °C	30 °C	11 °C	14.9 km/h	-- km/h	1013.3 hPa
4	22 °C	31 °C	12 °C	14.1 km/h	-- km/h	1011.1 hPa
5	24 °C	33 °C	14 °C	14.8 km/h	-- km/h	1011.3 hPa
6	28 °C	35 °C	22 °C	14.6 km/h	-- km/h	1009.6 hPa
7	28 °C	34 °C	21 °C	14.8 km/h	53.7 km/h	1011.3 hPa
8	28 °C	34 °C	21 °C	11.3 km/h	48.2 km/h	1010.6 hPa
9	27 °C	33 °C	22 °C	14.3 km/h	40.7 km/h	1009.5 hPa
10	26 °C	33 °C	19 °C	6.8 km/h	46.3 km/h	1009.6 hPa
11	23 °C	31 °C	14 °C	12.5 km/h	-- km/h	1010.5 hPa
12	21 °C	32 °C	10 °C	5.6 km/h	-- km/h	1012.5 hPa

Fuente: <https://www.meteored.mx/mazatlan/historico>

## **MUESTREO Y ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS.**

Los sedimentos marinos son el depósito final de las sustancias producidas en las aguas superficiales y de aquellas introducidas al mar por procesos naturales y antrópicos. Entre estas sustancias se encuentran los compuestos orgánicos persistentes, nutrientes, combustibles, radionúclidos, patógenos y metales pesados. Estos últimos han sido los más estudiados pues se asocian a diversas actividades industriales, aun cuando todos ellos se encuentran presentes en forma natural en los ambientes marinos.

Independiente de cuáles y cómo llegan estas sustancias a las aguas costeras, los procesos sedimentarios hacen que su destino final sea el piso marino. Allí, y dependiendo de las variaciones físicas y químicas del ambiente de depositación, los sedimentos pueden actuar como sumidero o fuente de una serie de sustancias que modifican las características naturales de la columna de agua y la trama trófica marina.

Por tal motivo, el conocimiento de las propiedades y composición de los sedimentos de fondo permite evaluar la condición de los ambientes marinos y reconocer eventuales perturbaciones derivadas de la acumulación de sustancias antrópicas y naturales que puedan constituir riesgos para la salud del ecosistema. Este conocimiento permite, además, aplicar medidas apropiadas y realistas que no pongan en riesgo la salud de estos ambientes ni el desarrollo socio-económico de las comunidades costeras.

Con objeto de obtener las características cuantitativas de los estratos terrígenos que conforman la zona de estudio, y de proponer soluciones confiables para el diseño de las obras de desazolve, se efectuó la toma de muestras de sedimentos a lo largo del trazo de proyecto. La ubicación de los puntos de muestreo se realizó mediante el empleo un navegador comercial GPS Garmin V.

Para el levantamiento de muestras, se utilizó el siguiente equipo de trabajo: Lancha de 20' con motor (voladoras); Motobomba de 4 HP; Manguera de succión de 4"; Manguera de inyección flexible de 2"; Tubo de PVC de 2" de diámetro y 5.0 m de longitud; Cinta métrica; Herramientas y accesorios para la perforación del fondo del canal y lograr tomar las muestras de sedimentos compactados para extraerlos a la superficie.

En el frente marítimo de la zona de estudio, se tomaron muestras del material en 6 secciones separadas aproximadamente 1.3 kilómetros una de otra.

Las características físicas por determinar a estas muestras serán:

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Análisis granulométrico.- deberá realizarse un análisis granulométrico de las muestras, presentando las curvas granulométricas, clasificación del sedimento de acuerdo a los criterios del S.U.C.S., coeficiente de uniformidad y de curvatura, D50 y D90.

Densidad y peso volumétrico. - se determinará la densidad y el peso volumétrico seco suelto del material playero.

El reporte de muestreo de los sedimentos en el trazo del tramo a desazolvar se describe en el **Anexo 2**. (Ver **Anexo 2** Resultados de Laboratorio de Muestras de Sedimento).



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo pesquero.



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo.

Asimismo, se analizó la información de las propiedades de los sedimentos del lugar que llegará a existir, para utilizarse en conjunto con la obtenida y procesada en este estudio.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo.



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo pesquero Los Pozos, El Rosario



Levantamiento de muestras de sedimentos en campo pesquero Los Pozos, El Rosario

### **VI.3.- VERTIDO DE MATERIAL DRAGADO.**

Como una primera etapa, la ubicación de posibles zonas para el depósito del material producto del dragado, se realizó durante los trabajos topohidrográficos de campo, localizándose geográficamente mediante el empleo de equipos de navegación GPS portátiles.

Esta primera selección de sitios se basó en los siguientes criterios básicos:

1. Facilitar las maniobras de dragado.
2. Permanencia en el tiempo de los canales creados.
3. Respetar escurrimientos naturales perennes, áreas de reserva ecológica y vegetación protegida como el mangle.
4. De preferencia áreas ubicadas en zona federal, sin problemas de tenencia de la tierra.
5. Seleccionar áreas como ensenadas de la laguna, con potencial aprovechamiento económico

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Posteriormente, y ya con el proyecto de dragado de canales bien definido se tomaron en cuenta las siguientes premisas.

6. Distancias de tiro en función del tipo de draga y capacidad de bombeo del material dragado.
7. Que la capacidad y dimensiones de las zonas de tiro garanticen los requerimientos del volumen a dragar, incluyendo posibles sobredragados y abundamientos de material.
8. Que el material base de la zona de tiro garantice la estabilidad horizontal y vertical de las estructuras de contención, ya sean bordos o tarquinas, evitando la dispersión del material.
9. Para el caso zona de tiro a base de bordos de contención, que el material base sea de sencillo manejo.
10. Que se faciliten las maniobras para el dragado y se garantice la permanencia de los canales creados.

Respetar restricciones de tipo ecológico ya decretadas, así como las que resultaren del estudio de impacto ambiental

**DISEÑO DE LAS ZONAS DE TIRO**

Como ya se mencionó, las zonas de tiro se ubicaron en zonas inundables con potencial para el desarrollo de actividades productivas.

Se proyectaron tres zonas de tiro a base de postes de concreto hincados y malla de geotextil pavitex con las siguientes características:

- Postes de concreto de 4.00 x 0.12 x 0.12 m a equidistancias de 1.00 m.
- Malla electrosoldada 6-6/10-10.
- Geotextil pavitex # 275T o similar
- Ancla de varilla de 1"
- Tensor de alambón de 1/4"

Las capacidades de cada una de las zonas de tiro son las siguientes:

ZONAS DE TIRO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	LONGITUD PROMEDIO (m)	ANCHO PROMEDIO (m)	CAPACIDAD (m3) A 2.5 M DE ALTURA VOLUMEN A DEPOSITAR	VOLUMEN A DESAZOLVAR (m <sup>3</sup> )
D.- ZONA DE TIRO DE ROCA - ARENA	34,320.10	330.30	103.91	85,800.24	75,289.61
E.- ZONA DE TIRO DE ARENA	2,528.97	80.50	31.42	6,322.41	12,319.81
<b>TOTALES :</b>	<b>36,849.06</b>			<b>92,122.65</b>	<b>87,609.42</b>

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

A continuación se presentan sus características físicas y sus cuadros constructivos de ubicación planimétrica. Para mayor detalle referirse al plano de proyectos.

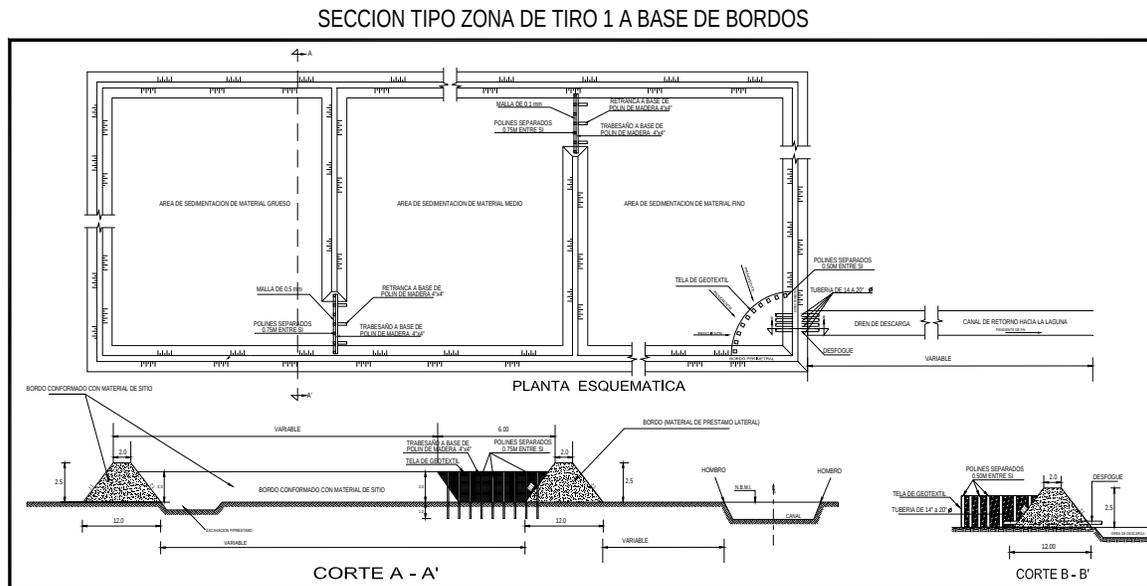


Figura esquemática del diseño de los sitios de tiro (tarquinas)

Este tipo de depósitos admite cualquier tipo de material, incluso los de la categoría III b si poseen un recubrimiento adecuado. Si los materiales dragados son de buena calidad, se pueden usar para trasdosado de muelles o rellenos de zonas de explotación portuaria. Cuando el material es de peor calidad, la consolidación será mucho más complicada, pero puede ser la única solución si el dragado se efectúa en zonas interiores, con lo que la distancia al mar hace inviable su vertido en él. Estos materiales se pueden aprovechar para crear grandes extensiones en las llanuras y marismas de la parte baja de los ríos, o para aprovechamientos agrícolas o industriales.

Una de las ventajas de este tipo de vertederos es que permite el seguimiento y control de los sedimentos depositados, muy importante en el caso de estar contaminados. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5971/04.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

La selección de sitios se basó en los siguientes criterios básicos:

- Facilitar las maniobras de dragado.
- Permanencia en el tiempo de los canales creados.
- Respetar escurrimientos naturales perennes, áreas de reserva ecológica y vegetación protegida como el mangle.
- De preferencia áreas ubicadas en zona federal, sin problemas de tenencia de la tierra.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- Seleccionar áreas como ensenadas de la laguna, con potencial aprovechamiento económico

Una vez seleccionada la ubicación de los sitios de tiro y con la determinación del volumen de desazolve, se procedió al diseño de los mismos, tomando en cuenta los criterios siguientes:

- Distancias de tiro en función del tipo de draga y capacidad de bombeo del material dragado.
- Que la capacidad y dimensiones de las zonas de tiro garanticen los requerimientos del volumen a dragar, incluyendo posibles sobredragados y abundamientos de material.
- Que el material base de la zona de tiro garantice la estabilidad horizontal y vertical de las estructuras de contención, ya sean bordos o tarquinas, evitando la dispersión del material.
- Para el caso zona de tiro a base de bordos de contención, que el material base sea de sencillo manejo.
- Que se faciliten las maniobras para el dragado y se garantice la permanencia de los canales creados.
- Respetar restricciones de tipo ecológico ya decretadas, así como las que resultaren del estudio de impacto ambiental.
- Y finalmente, una vez definidas las zonas de tiro, sus métodos constructivos y sus dimensiones, se consensuaron con los representantes de las comunidades involucradas y con los pescadores de la zona, para lo cual se realizó una minuta de trabajo, misma que se anexa al presente documento.

La distribución de los sitios de tiro se muestran en el mapa siguiente:

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**



Mapa de google earth, donde se indica la ubicación de los sitios de tiro.



**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Levantamiento de información en campo para ubicar los sitios de tiro, El Rosario, Sinaloa

**II.2.1. Programa de trabajo.**

El Proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, comprende un Programa de “Retiro de rocas, arena y piedras que conformaban la estructura espigón, de la escollera, ubicada en la boca del Río Baluarte, El Rosario, Sinaloa”.

El periodo estimado para la ejecución de las obras de desazolve del canal y retiro de rocas, es de **36 meses** con mantenimientos de desazolve cada **año** durante los próximos **40 años**. Es decir en este periodo se le dará mantenimiento al canal.

Programa calendarizado de actividades.

ACTIVIDADES	SEMESTRE						AÑOS
	1	2	3	4	5	6	40
<b>Etapa I. Preparación del sitio</b>							
1.-Estudio batimétrico							
2.-Trazo de la obra							
3.-Instalación de campamento provisional							
4.-Traslado de maquinaria							
5.-Generación de empleos							
<b>Etapa II. Construcción</b>							
1.-Retiro de roca, piedra y arena de los espigones							
1.-Desazolve de canal de navegación							
2.- Construcción sitios de tiro y depósito de material de desazolve.							
3.- Mantenimiento de la maquinaria							
4.- Operación del campamento provisional							
5.- Generación de empleos							
<b>Etapa III. Abandono del sitio</b>							
1.-Desmantelamiento y retiro de maquinaria y campamento							
2.-Limpieza del sitio							
<b>Etapa IV. Mantenimiento.</b>							
1.-Desazolve de canal de navegación							

La programación de los trabajos de mantenimiento para un periodo de <sup>46</sup>**40 años**

con una frecuencia de **cada año**, se indican en la tabla siguiente:

Programa calendarizado del mantenimiento del canal de acceso

Conceptos	AÑOS								
	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Desazolve de canales									
Mantenimiento de canales									

## II.2.2. Preparación del sitio y construcción.

### Preparación de la obra

Como actividades de preparación del sitio, únicamente se considera la señalización de las áreas destinadas como zona de tiro, dársena, estacas y marcas sobre el eje del canal. La duración de esta actividad es de 1 mes de acuerdo con el programa de trabajo.

### Equipos especializados y maquinaria pesada

El retiro de una escollera requiere el uso de equipos especializados y maquinaria pesada para desmontar, levantar, y transportar las rocas y otros materiales de la estructura, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental en el área circundante. A continuación, se detalla el equipo y maquinaria típicamente utilizados:

#### 1. Excavadoras y Retroexcavadoras.

- Excavadoras hidráulicas: Equipadas con cucharones de gran capacidad, estas máquinas son esenciales para levantar y retirar las rocas grandes y pesadas de la escollera.
- Retroexcavadoras: Son útiles para la excavación y reubicación de materiales en áreas más pequeñas o de difícil acceso.
- Brazos de largo alcance: Algunas excavadoras están adaptadas con brazos extendidos para alcanzar rocas en posiciones difíciles, especialmente en la zona intermareal (área donde el agua sube y baja con la marea).

#### 2. Grúas de Carga Pesada.

- Grúas móviles: Utilizadas para levantar y mover las rocas más grandes y pesadas de la escollera. Las grúas también pueden cargar las rocas en camiones para su transporte fuera del sitio.
- Grúas sobre orugas: Se emplean cuando el terreno es inestable o difícil de transitar, ya que tienen mayor capacidad de maniobra y estabilidad.

### 3. Cargadores Frontales.

- Los cargadores frontales son máquinas versátiles y se utilizan para cargar las rocas y escombros en camiones, así como para trasladarlos dentro de la zona de trabajo.
- También ayudan en la nivelación de la superficie y en la limpieza del área una vez que las rocas han sido retiradas.

### 4. Camiones de Volteo y Transportadores.

- Camiones de volteo de alta capacidad: Utilizados para transportar las rocas y escombros a sitios de disposición, ya sea para reciclaje, vertederos o para su uso en otras obras de infraestructura.
- Camiones articulados: Ideales para el transporte en terrenos irregulares o difíciles. Su capacidad de articulación les permite maniobrar con mayor facilidad en zonas costeras.
- Transportadores de plataforma baja (lowboy trailers): Cuando se requiere mover maquinaria o piezas de equipo grandes o pesadas, se usan transportadores de plataforma baja.

### 5. Martillos Hidráulicos y Cortadoras de Roca.

- Martillos hidráulicos: Equipados en excavadoras o retroexcavadoras, estos martillos rompen las rocas grandes o consolidan materiales difíciles de desmontar.
- Cortadoras de roca: Utilizadas para cortar o fracturar rocas de manera precisa, sobre todo cuando se busca minimizar la dispersión de escombros.

### 6. Barcazas y Grúas Flotantes (en caso de acceso acuático).

- Barcazas: En casos donde la escollera se retira en zonas costeras o en áreas de difícil acceso desde tierra, se emplean barcazas para transportar el equipo y mover el material hacia áreas de disposición en el mar.
- Grúas flotantes: Permiten levantar y mover rocas desde el agua hacia barcazas u otras embarcaciones.

### 7. Barreras de Turbidez y Redes de Contención.

- Barreras de turbidez: Son esenciales para controlar la dispersión de sedimentos en el agua durante el proceso de retirada. Estas barreras flotantes rodean el área de trabajo y evitan que los sedimentos impacten zonas costeras cercanas o hábitats marinos sensibles.
- Redes de contención: Se utilizan para evitar la dispersión de escombros y proteger áreas adyacentes del impacto de la actividad de remoción.

### 8. Drones y Equipos de Monitoreo.

- Drones: Utilizados para monitorear el progreso y asegurar que el proceso de retirada se esté llevando a cabo según lo planeado. Los drones permiten una vista aérea y pueden ayudar a identificar áreas de riesgo o evaluar la sedimentación.
- Equipos de monitoreo de calidad del agua: Para medir la turbidez y controlar los niveles de sedimento en el agua, asegurando que los niveles estén dentro de los límites aceptables para la fauna y flora del área.

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

9. Equipo de Protección y Herramientas Manuales.

- Equipo de protección personal (EPP): Como cascos, chalecos reflectantes, guantes y calzado de seguridad, para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Herramientas manuales: Barretas, palas, y martillos manuales pueden utilizarse para tareas menores o ajustes, especialmente en áreas de acceso complicado.

10. Plantas de Trituración Móvil (si el material se recicla en el sitio).

- En algunos proyectos, una planta de trituración móvil se usa para convertir las rocas de la escollera en materiales de construcción reutilizables, como grava o arena. Esto reduce los costos de transporte y permite aprovechar los materiales de forma inmediata.

Consideraciones Adicionales.

El uso de maquinaria especializada para la retirada de una escollera requiere operadores capacitados y protocolos de seguridad específicos. Además, la elección del equipo depende de factores como el tamaño de la escollera, la ubicación (costera, fluvial, etc.), el acceso al sitio y las condiciones ambientales. En algunos casos, también puede ser necesario emplear equipos adicionales para la estabilización de la costa, especialmente si existe un alto riesgo de erosión posterior a la remoción de la escollera.

**Traslado de maquinaria y armado de la draga marina.**

Esta actividad correrá a cargo de la empresa arrendadora y será ejecutada en un plazo de un mes.

A continuación se detalla la ficha técnica de la draga marina que será utilizada.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DRAGA  
14"**

**Principales Características:**

<b>Modelo:</b>	DMCM Ellicot
Tonelaje Bruto:	57.96 Ton
Tonelaje Neto:	34.77 Ton
Produccion:	100 m3/Hr
<b>Dimensiones:</b>	
Eslora Total:	25.00 Mts
Eslora del Casco:	16.30 Mts
Mang:	5.45 Mts
Puntal:	1.25 Mts
Calado Minimo/Maximo.	0.80-1.00 Mts
<b>Bomba de Dragado:</b>	
Marca:	Simplicity
Potencia bomba de Dragado:	1,125 HP

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

Diametro tubo de succion:	0.30 Mts
Diametro tubo de descarga:	0.35 Mts
Profundidad max dragado:	13.35 Mts
Profundidad min dragado:	3.00 Mts
Potencia cortador:	335 HP

**Etapas de construcción.**

A.- DESMONTAJE CONTROLADO DE LAS ROCAS DE LOS ESPIGONES QUE FORMAN LA ESCOLLERA.

- Técnicas de Retiro de Rocas:
- El retiro de las rocas se realiza en capas, comenzando desde la parte superior de la escollera hacia abajo, para mantener la estabilidad de la estructura y evitar deslizamientos. Esta técnica permite desmontar la escollera de manera ordenada y evita el colapso de secciones grandes que puedan poner en riesgo la seguridad.



- Las rocas se retiran en bloques controlados y, en caso necesario, se utiliza equipo de corte y fragmentación para reducir el tamaño de las rocas. El corte en bloques permite manipularlas de forma más segura y facilita el transporte posterior.

Clasificación y Separación de Materiales:

- A medida que se extraen, las rocas se clasifican en función de su tamaño y calidad. Las rocas

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

en buen estado pueden ser reutilizadas para otros proyectos de infraestructura, mientras que las que están fracturadas o dañadas se disponen como escombros.

- Este proceso de clasificación es importante para reducir el volumen de desechos y optimizar el uso de materiales, lo que además tiene beneficios ambientales y económicos.
- Carga y Transporte de Rocas:

Las rocas clasificadas se cargan en camiones de volteo o góndolas para su transporte hacia los sitios de disposición o almacenamiento. El transporte debe realizarse por rutas definidas previamente para minimizar el impacto en el tráfico local y reducir la generación de polvo o residuos en el camino.



Para detallar aún más el tema del transporte y tratamiento de roca retirada de una escollera, como en el caso del río Baluarte, en Sinaloa, México, se desglosa el proceso en cada una de sus fases y se enfatiza la logística, las prácticas ambientales, las técnicas de transporte, y el aprovechamiento de materiales. Este tipo de proyectos requiere una planificación exhaustiva, pues implica el movimiento de grandes volúmenes de material y el cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad.

Fase 1: Clasificación y Preparación de las Rocas en el Sitio de Extracción.

### 1. Inspección y Evaluación Inicial:

- Las rocas retiradas de la escollera pasan por un proceso de inspección para evaluar su estado. Esto incluye su estabilidad, tamaño, y desgaste debido a la exposición al agua, lo que ayuda a decidir si pueden ser reutilizadas en otras estructuras o si necesitan un procesamiento adicional.
- Los ingenieros evalúan la estructura de cada roca, determinando su capacidad para ser reutilizada o su necesidad de disposición. En esta evaluación, es clave entender si las rocas pueden ser transportadas en su tamaño actual o requieren fragmentación para facilitar su transporte.

### 2. Clasificación de Materiales:

- Rocas en Buen Estado: Las rocas que presentan buena integridad estructural, con pocas o ninguna fractura, se seleccionan para posibles proyectos de construcción. Estas rocas pueden destinarse a reforzar nuevas escolleras, proteger otras riberas o para ser empleadas en otras infraestructuras hidráulicas.

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

- Rocas Deterioradas o Fracturadas: Las rocas que han sufrido desgaste, fragmentación o muestran signos de erosión se clasifican para otro tipo de uso o disposición final, ya que no cumplen con los requisitos estructurales.

### 3. Preparación para el Transporte:

- Las rocas de gran tamaño pueden requerir fragmentación antes de su carga, lo cual se realiza con herramientas como martillos hidráulicos, en función de facilitar el proceso de carga y transporte. Este paso es esencial para cumplir con los límites de peso y volumen de los vehículos de transporte.

- El equipo de obra se asegura de que las rocas que han sido clasificadas estén listas y ubicadas en una zona de carga para optimizar el proceso de transporte.

### Fase 2: Carga y Transporte de Rocas.

#### 1. Carga en Camiones y Góndolas Especializadas:

- Equipos Utilizados: La carga de rocas requiere maquinaria pesada como excavadoras, cargadores frontales y, en algunos casos, grúas. Estos equipos deben tener una capacidad adecuada para levantar y colocar rocas de gran peso en camiones o góndolas.

- Seguridad y Estabilidad de la Carga: Las rocas se distribuyen de manera equilibrada dentro del vehículo para asegurar una conducción estable y evitar que se desplacen o caigan durante el trayecto. Dependiendo de la normativa local, en algunos casos se usan redes, cadenas o lonas para asegurar la carga.



#### 2. Selección de Rutas de Transporte:

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- El equipo de logística planifica rutas que minimicen el impacto ambiental y social, procurando evitar áreas habitadas, caminos de acceso restringido o zonas con condiciones de tráfico intensas.

- En áreas rurales o de difícil acceso, se deben elegir caminos que soporten el peso de la carga para evitar el deterioro de la infraestructura vial. Además, las rutas se diseñan para reducir el tiempo de transporte y la exposición a posibles accidentes.

3. Control de Polvo, Ruido y Residuos:

- Durante el transporte, es común que los vehículos produzcan polvo y ruido, especialmente en zonas rurales o cerca de comunidades. Para mitigar estos efectos, se suelen humedecer las rocas antes del transporte o cubrirlas con lonas.

- Los camiones también pueden ser lavados antes de salir de la obra para evitar la propagación de tierra y polvo en el trayecto.

Fase 3: Tratamiento de las Rocas en el Sitio de Destino.

Dependiendo de la condición de las rocas y de los requisitos del proyecto, el tratamiento final de las rocas puede incluir uno o varios de los siguientes destinos:

1. Reutilización en Nuevas Obras de Ingeniería:

- Las rocas en buen estado se destinan a proyectos de infraestructura similares, como la construcción o refuerzo de otras escolleras, muros de contención y obras de protección de costas o riberas.

- Antes de su reutilización, las rocas pueden ser sometidas a una limpieza adicional para eliminar impurezas o materiales residuales. En algunos casos, se requiere cortar o tallar las rocas para que cumplan con especificaciones exactas de tamaño y forma en la nueva obra.

2. Trituración y Uso como Agregado o Material de Relleno:

- Las rocas de menor calidad, que no cumplen con los estándares estructurales, pueden ser trituradas en una planta de procesamiento para convertirlas en grava o arena, que se usan como materiales de relleno en obras de construcción y pavimentación.

- El proceso de trituración es supervisado por técnicos especializados y se ajusta para obtener el tamaño de partícula adecuado según el uso previsto (por ejemplo, relleno de carreteras, mezcla de concreto o capas base en proyectos de construcción).

- Este reciclaje de materiales es una práctica sostenible, ya que reduce la extracción de nuevos recursos y minimiza los residuos de la obra.

3. Disposición en Sitios de Desecho Autorizados:

- Las rocas que no cumplen con los requisitos de reutilización ni de reciclaje pueden ser dispuestas en sitios de escombro autorizados por las autoridades ambientales.

- Estos sitios están especialmente diseñados para almacenar materiales de desecho sin afectar el medio ambiente. El área debe cumplir con normativas que garanticen que no se contamine el suelo ni el agua subterránea.

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

- En algunos casos, se aprovecha el material de desecho para nivelar terrenos erosionados o para crear bases de suelos en áreas que requieren relleno, lo que contribuye a la estabilidad del terreno en sitios degradados.

### Fase 4: Consideraciones Ambientales y Normativas.

#### 1. Mitigación de Impacto Ambiental:

- Durante el proceso de transporte y disposición, se implementan medidas de protección para el ecosistema del río y sus alrededores. Esto incluye el control de emisiones de polvo, el manejo adecuado de los residuos y la reducción del ruido en el sitio.



- En casos donde el proceso de extracción pueda alterar el flujo natural del río o afectar áreas con vegetación ribereña, se implementan medidas de restauración para mitigar los efectos.

#### 2. Monitoreo de los Sitios de Disposición y de Impacto:

- Para los sitios de disposición de roca, se establece un monitoreo periódico para evaluar su impacto en el medio ambiente, garantizando que no se produzcan problemas de contaminación o erosión.
- Cuando se realizan actividades de trituración o procesamiento en plantas cercanas, también se establecen planes de gestión de residuos, polvo y ruido, cumpliendo con normativas ambientales para proteger tanto al personal como a las comunidades vecinas.

#### 3. Cumplimiento de Normativas Locales y Federales:

- El proyecto debe cumplir con las normativas establecidas por las autoridades ambientales y de construcción de México. Esto incluye permisos de uso de suelo, planes de manejo de residuos y de impacto ambiental, y regulaciones en seguridad para el personal y las comunidades.

Este proceso integral de clasificación, transporte y tratamiento de rocas retiradas de una escollera, como la del río Baluarte, demuestra la importancia de una gestión responsable que combine eficiencia en la

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

reutilización de materiales y un compromiso con la sostenibilidad ambiental. La planificación detallada en cada etapa no solo garantiza un manejo seguro y efectivo de los recursos, sino que también minimiza el impacto en las comunidades y el entorno natural, contribuyendo a prácticas de construcción más responsables.

Medidas de Control Ambiental durante el Proceso.

- Control de Sedimentos:
  - Durante el proceso de extracción, se implementan barreras de sedimentos y otros métodos para evitar que las partículas removidas de la escollera lleguen al cauce del río. Este control es esencial para proteger la calidad del agua y evitar que el hábitat acuático se vea afectado por los sedimentos sueltos.
- Control de Emisiones de Polvo y Ruido:
  - La maquinaria pesada produce polvo y ruido. Para mitigar estos efectos, se emplean técnicas de riego para mantener el suelo húmedo y reducir la emisión de polvo. Además, se establecen horarios de trabajo específicos para minimizar el impacto de ruido, especialmente en horarios donde la fauna o las comunidades circundantes pueden verse más afectadas.



- Protección de Flora y Fauna:
  - Se instalan barreras de protección alrededor de áreas de vegetación sensible y se aplican técnicas de desplazamiento para proteger especies animales en riesgo. Estas barreras también evitan que los escombros o residuos invadan el hábitat natural de la flora y fauna local.

Estabilización del Área y Restauración Ambiental.

- Estabilización de las Riberas del Río:
  - Una vez retiradas las rocas, se inspecciona la ribera del río para asegurar que las áreas expuestas estén protegidas contra la erosión. En algunas zonas, se colocan capas de vegetación, telas geotextiles o se realizan trabajos de compactación del suelo para reforzar la estabilidad.

## **FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- En casos donde la ribera haya quedado demasiado expuesta, se utiliza roca adicional o técnicas de bioingeniería (como la siembra de vegetación nativa) para restablecer la estructura natural y evitar que la erosión afecte la zona en el futuro.

- **Rehabilitación de Ecosistemas Afectados:**

- Si se ha afectado vegetación ribereña o el hábitat natural, se implementan planes de rehabilitación para restaurar la flora y fauna. Esto incluye la siembra de plantas nativas para proteger el suelo de la erosión y proporcionar refugio y alimento a las especies locales.

- **Revisión Final de Cumplimiento Ambiental:**

- Tras la extracción, se realiza una evaluación final para asegurar que todas las actividades cumplieron con las normativas ambientales y las recomendaciones del estudio de impacto ambiental. Esto incluye una revisión de los reportes de extracción, medidas de mitigación y monitoreo del estado de la ribera.

### Monitoreo y Mantenimiento Posterior.

- **Monitoreo Periódico del Sitio:**

- Tras finalizar el retiro de rocas, se establecen programas de monitoreo regular para evaluar el estado del área y detectar posibles signos de erosión o cambios en el flujo del río. Este monitoreo ayuda a anticipar problemas y a tomar medidas preventivas si la ribera muestra signos de inestabilidad.

- En el caso del río Baluarte, que experimenta fluctuaciones estacionales en su caudal, el monitoreo ayuda a detectar cualquier alteración en la escollera y a planificar refuerzos o mejoras en caso de ser necesario.

- **Mantenimiento Preventivo:**

- Se desarrollan planes de mantenimiento preventivo para asegurar que la estructura de la ribera permanezca en buen estado. Esto puede incluir la reposición de materiales erosionados, el refuerzo de la escollera o la restauración de áreas de vegetación.

Este proceso completo garantiza que la extracción de rocas en la escollera del río Baluarte se realice de manera segura, minimizando el impacto ambiental y asegurando la estabilidad de la infraestructura y el entorno natural a largo plazo.

## **B.- DESAZOLVE DEL CANAL DE NAVEGACIÓN.**

La extracción del material del desazolve se efectuará mediante la utilización de draga marina de succión, con características anteriormente descritas, las cuales le permitirán el adecuado desazolve de los canales de acuerdo a lo establecido en el plano de proyecto. Adicionalmente, el equipo de dragado tiene la potencia suficiente para depositar el material extraído en la Zona de Tiro indicada en el plano de proyecto, en algunos casos por superar el kilómetro de potencia para el depósito de material, será

## FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.

utilizada una estación de rebombeo esto con el fin de obtener la potencia suficiente para el depósito de material en la zona de tiro.

El dimensionamiento de los canales hasta devolverles su capacidad original permite que las operaciones de pesca y la navegación ocupen menores tiempos de traslado que para productos altamente perecederos es de suma importancia.

Por lo anterior esta obra más que considerarla como de ingeniería se debe observar como un proyecto de rehabilitación de la hidrodinámica de conducción del prisma de marea y la herramienta para lograrlo es el dragado de canales que se describen a continuación.



Figura 1. Dragado hidráulica de succión utilizando pantalla de sedimentos finos (silt curtain), nótese a la derecha la eficiencia en la contención

### C.- PERSONAL CALIFICADO:

Para realizar el proceso de retiro de roca en una escollera como en el río Baluarte, Sinaloa, se requiere personal altamente calificado en diversas áreas, tanto para operar maquinaria pesada como para garantizar la seguridad y minimizar el impacto ambiental. A continuación se describen los perfiles y habilidades de los profesionales involucrados:

#### 1. Ingeniero Civil.

- **Responsabilidades:** Diseña y supervisa el proceso de desmontaje de la escollera, asegurando la estabilidad estructural y la eficiencia en el uso de materiales. También evalúa las condiciones del terreno y el impacto en la infraestructura.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimiento avanzado en diseño de estructuras, resistencia de materiales, geotecnia y habilidades de planificación de obra civil.

- **Certificaciones y Formación:** Título en Ingeniería Civil y experiencia en proyectos de construcción de escolleras y obras hidráulicas. Certificaciones de seguridad en construcción son altamente recomendables.

#### 2. Ingeniero Ambiental.

## **FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- **Responsabilidades:** Supervisa el cumplimiento de normativas ambientales y diseña medidas de mitigación para reducir los efectos negativos sobre el ecosistema del río. También gestiona los estudios de impacto ambiental y la rehabilitación de áreas afectadas.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimiento en legislación ambiental, evaluación de impacto ambiental y técnicas de restauración ecológica.

- **Certificaciones y Formación:** Título en Ingeniería Ambiental o Ciencias Ambientales. Es deseable contar con experiencia en proyectos de restauración ecológica y manejo de ecosistemas fluviales.

### **3. Operador de Maquinaria Pesada.**

- **Responsabilidades:** Opera maquinaria como excavadoras, retroexcavadoras, grúas y martillos hidráulicos para retirar y mover las rocas de la escollera de manera segura y eficiente.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimientos avanzados en el manejo de maquinaria de construcción, habilidades de precisión en maniobras complejas y capacidad para interpretar planos de trabajo.

- **Certificaciones y Formación:** Certificación en operación de maquinaria pesada y formación en seguridad ocupacional. Experiencia previa en trabajos similares es fundamental.

### **4. Técnico en Seguridad y Salud Ocupacional.**

- **Responsabilidades:** Establece y supervisa protocolos de seguridad en el sitio de trabajo para prevenir accidentes. Se encarga de la capacitación del personal en manejo de riesgos y de cumplir con las normativas de seguridad locales.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimiento en normativas de seguridad en construcción, prevención de riesgos laborales y primeros auxilios.

- **Certificaciones y Formación:** Certificación en seguridad y salud ocupacional, con experiencia en proyectos de construcción. Es deseable contar con capacitación en primeros auxilios y manejo de emergencias.

### **5. Geólogo o Ingeniero Geotécnico.**

- **Responsabilidades:** Evalúa las condiciones geológicas y geotécnicas de la escollera y de la ribera del río. Determina la resistencia y composición de las rocas y su estabilidad, y realiza estudios para evitar deslizamientos o erosión durante el proceso de extracción.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimiento en mecánica de rocas, geotecnia aplicada y habilidades para interpretar estudios geológicos.

- **Certificaciones y Formación:** Título en Geología o Ingeniería Geotécnica, con experiencia en análisis de suelos y estudios de estabilidad de estructuras naturales.

### **6. Topógrafo.**

- **Responsabilidades:** Realiza mediciones y levantamientos topográficos para definir el área exacta de trabajo, la delimitación de la escollera y las rutas de acceso y transporte de materiales.

- **Habilidades Requeridas:** Conocimiento en levantamientos topográficos, uso de tecnología GPS y software de mapeo.

- **Certificaciones y Formación:** Formación en topografía y experiencia en proyectos de construcción. Es deseable la certificación en sistemas de información geográfica (SIG) para el manejo de datos topográficos.

### **7. Ecólogo o Biólogo Especializado en Restauración de Ecosistemas.**

## **FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

- Responsabilidades: Participa en el diseño e implementación de medidas para proteger y restaurar la flora y fauna de la ribera afectada. También lleva a cabo el monitoreo de especies y hábitats para asegurar que no se afecte el equilibrio ecológico.
- Habilidades Requeridas: Conocimiento de ecología de ríos, identificación de flora y fauna local y técnicas de restauración de hábitats.
- Certificaciones y Formación: Título en Biología o Ecología, con experiencia en restauración de ecosistemas y en proyectos ambientales.

### 8. Supervisor de Obra.

- Responsabilidades: Supervisa las actividades diarias en el sitio de trabajo, asegurando que los equipos trabajen de acuerdo con el plan y que los procedimientos de seguridad y calidad se cumplan. Coordina el flujo de trabajo entre los distintos equipos y asegura la correcta ejecución del proyecto.
- Habilidades Requeridas: Habilidad en gestión de proyectos de construcción, coordinación de equipos, manejo de tiempos y control de calidad.
- Certificaciones y Formación: Título en Ingeniería Civil o de Construcción, o experiencia relevante en supervisión de proyectos. Se recomienda capacitación en liderazgo y gestión de proyectos.

### 9. Encargado de Transporte y Logística.

- Responsabilidades: Organiza y supervisa el transporte de rocas y materiales desde el sitio de extracción hacia las áreas de disposición o almacenamiento. Gestiona rutas y asegura que el flujo de materiales se mantenga constante y sin obstrucciones.
- Habilidades Requeridas: Conocimiento en logística de transporte, gestión de rutas y optimización de recursos.
- Certificaciones y Formación: Formación en logística o administración, con experiencia en el sector de transporte para proyectos de construcción.

### 10. Personal de Mantenimiento de Maquinaria.

- Responsabilidades: Se encarga del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria utilizada en el proyecto, asegurando que todas las herramientas y equipos funcionen adecuadamente.
- Habilidades Requeridas: Conocimientos de mecánica, hidráulica y electricidad en maquinaria pesada.
- Certificaciones y Formación: Formación técnica en mantenimiento de maquinaria pesada y experiencia en equipos de construcción. Es deseable contar con certificaciones de fabricantes o en mantenimiento especializado.

Este equipo multidisciplinario asegura que el proceso de retiro de rocas en la escollera del río Baluarte se ejecute de manera segura, eficiente y con un mínimo impacto ambiental, manteniendo el equilibrio entre la ingeniería y la preservación del ecosistema fluvial. Cada miembro aporta conocimientos y habilidades especializadas que son esenciales para cumplir con los objetivos técnicos y ambientales del proyecto.

## **II.2.3. Operación y mantenimiento.**

### **II.2.3.1. Operación del Proyecto**

Las operaciones de dragado se define como “El conjunto de operaciones necesarias para la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua, ya sea en el medio marino, fluvial o lacustre”<sup>1</sup> con diversos objetivos que se han desarrollado principalmente para la

---

<sup>1</sup>Ortego Valencia, Laia 2003. **TÉCNICAS DE DRAGADO EN INGENIERÍA MARÍTIMA.** Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental, Tesis menor, España, 189 pp

ingeniería de construcción y entre los principales relacionados con la navegación (Puertos y marinas) o de obras costeras como en el presente caso se ha estudiado ampliamente respecto de sus posibilidades de alterar el medio ambiente llegando a la conclusión que a menos que el material a dragar se encuentre en una zona o cuerpo de agua receptor de contaminantes o residuos peligrosos tales como metales pesados y en general residuos vertidos a las corrientes superficiales o subterráneas sin tratamiento procedentes de zonas industriales urbanas o agropecuarias con uso intensivo y que se hayan ido acumulando cronológicamente en los sedimentos que cuando son puestos en suspensión representen un impacto significativo, de no existir esta condición, entonces el mayor impacto resulta de un aumento en la turbidez considerado como un impacto poco significativo de corta duración (durante la operación de dragado) y amplitud que pueden ser amortiguados mediante la utilización de equipo y dispositivos específicamente diseñados para tal fin (como se describe más adelante).

### **II. 2.3.2. Actividades de Mantenimiento del Proyecto**

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

Desde el punto de vista ambiental el dragado consta de tres tiempos de ejecución que son extracción, transporte y almacenamiento ya que es en estas tres fases donde se producen los posibles impactos al ambiente. De esta manera de los equipos disponibles para la operación de dragados se dividen inicialmente en dos grandes rubros: las dragas mecánicas y las hidráulicas, siendo las más eficientes, desde el punto de vista ambiental, las hidráulicas y en particular las de succión con cortador frontal ya que producen un corte exacto y tienden a amortiguar la dispersión de sedimentos en comparación con el resto de equipos de dragado. Por ello durante el primer tiempo u operación de dragado las medidas preventivas a considerar son la utilización de una draga hidráulica de succión autopropulsada y equipada con una cortina, pantalla o trampa para sedimentos finos ya que se ha identificado como el sedimento que forma una pluma que puede dispersarse a varios kilómetros del sitio mientras que aquellos de mayor peso específico se sedimentan nuevamente en los primeros 500 m del sitio del dragado.

El segundo de los tiempos es el transporte de los sedimentos hasta el sitio de vertido (zona de tiro) en este caso se utilizan tubos articulados con sello entre cada uno de ellos y la distancia antes de utilizar rebombeo es de un kilómetro, en este caso se trata de tubería flotante donde no existen impactos a menos que la junta entre cada uno de los tubos tenga fugas momento en el cual se deben detener las operaciones hasta que se apliquen las medidas correctivas.

### **II. 2.3.3 Equipo por utilizar en el mantenimiento del proyecto**

Las actividades de mantenimiento consistirán solamente en el desazolve del canal de navegación. El material dragado se depositará en el sitio de tiro que se han propuesto en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

### **II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**

Debido a la naturaleza, objetivo y características del Proyecto no se estima en el corto plazo el desarrollo de la presente etapa. Sin embargo, llegado el

momento y de ser aplicable se presentará ante la autoridad ambiental respectiva para su valoración el Programa de desmantelamiento y abandono del Proyecto, en éste se establecerán con precisión las acciones que habrán de ejecutarse además del tiempo necesario para cada una de ellas, así como las medidas de mitigación aplicables a cada caso en específico considerando el tipo de obras y/o actividades, además del entorno en cual se ejecutarán estas.

#### **II.2.5. Residuos.**

Los residuos que se prevé que se generarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción son:

**a) Residuos domésticos** (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, restos de comida, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. Estos serán dispuestos en contenedores colocados en los frentes de trabajo y llevados al basurón de la población de Rosario, Sinaloa; o donde la autoridad competente lo determine.

**b) Residuos peligrosos:** Son los recipientes de lubricantes, aditivos, grasas, pinturas y estopas impregnadas de aceites. Estos deberán ser acopiados en un área especial para ser entregados semanalmente a un acopiador de residuos peligrosos que este registrado ante SEMARNAT y S.C.T. Se deberá llevar una bitácora de control de tales residuos. Esta bitácora de dicho servicio será reportada a la SEMARNAT y a PROPEPA, Delegaciones en el estado de Sinaloa, para la verificación de dicho cumplimiento.

**c) Sitios de tiro:** Es el sedimento producto del dragado, el cual tendrá polígonos de vertido.

#### **II.2.6. Servicios, equipo y maquinaria requeridos por el proyecto.**

Para que el desarrollo del Proyecto sea eficiente en todas sus etapas es importante contar con diferentes recursos y servicios dentro y fuera del sitio del Proyecto, además del empleo de equipo y maquinaria los cuales a continuación se describen brevemente:

**Combustible.** Será necesario la adquisición de gasolina y diésel para la operación de las embarcaciones vehículos, maquinaria y equipo de combustión interna, dicho combustible será almacenado en las instalaciones auxiliares temporales en cantidades limitadas a lo estrictamente necesario de acuerdo a un programa de operación de embarcaciones, vehículos y equipos. El mismo se contendrá en envases ad hoc perfectamente etiquetados los cuales se dispondrán en un espacio acondicionado para mitigar una afectación al suelo y agua debido a un posible derrame, además contará con la señalética de seguridad respectiva, así como el procedimiento definido para un trasvase seguro.

**Agua.** Este insumo provendrá de las fuentes disponibles en el sitio del Proyecto. El agua para los trabajadores deberá ser purificada y dispuesta en garrafones en los frentes de trabajo.

**Energía eléctrica.** Las instalaciones auxiliares temporales contarán con servicio de energía eléctrica aprovechando la infraestructura disponible.

**Embarcaciones, vehículos, maquinaria y equipo.** Para el proceso constructivo se contempla el uso de diversas embarcaciones, vehículos, maquinaria y equipo que participarán de manera activa en las actividades preponderantes del Proyecto tales como, preparación de los sitios de vertido, construcción de las obras de contención, dragado, traslado y colocación del material dragado, así como en la configuración de las tarquinas y terrazas.

**Servicios municipales.** Se refiere propiamente a los servicios asociados con el transporte y disposición de los residuos sólidos urbanos.

**Servicios varios.** Se refiere a aquellos servicios que se prestan en las localidades cercanas al sitio de Proyecto y que se relacionan con el transporte, paquetería y/o mensajería, telefonía, internet, alojamiento, alimentación, salud, esparcimiento, reparación, materiales, etc. Asimismo, se estima la contratación de servicios autorizados para el transporte y disposición de los residuos peligrosos y de manejo especial, así como para la instalación y mantenimiento de sanitarios portátiles.

### **II.2.7. Generación de gases efecto invernadero**

El Proyecto hidráulico principalmente contempla la implementación de maquinaria pesada y vehículos tanto motor diésel, como a gasolina, se deberá tomar en cuenta que el funcionamiento de estos motores es de combustión interna, los cuales generarán emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera. Por ello, los equipos estarán en constante supervisión y mantenimiento para la reducción en la generación de dichos gases.

#### **II.2.7.1. Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes Generadoras de gases de efecto invernadero.**

El Proyecto, a lo largo de todas sus diversas etapas, dará lugar a la emisión de contaminantes atmosféricos al igual que CyGEI resultado directo del uso de equipos, vehículos y maquinaria equipados con motores de combustión interna y alimentados por combustibles fósiles como diésel y gasolina.

Relacionado con ello, para el caso que nos ocupa se destaca la ejecución de actividades específicas como la excavación, compactación, transporte y movimiento de materiales, entre otras. En estas operaciones se utilizarán vehículos y maquinaria de construcción clasificados como fuentes generadoras de tipo móvil. La identificación y comprensión de estas fuentes móviles son esenciales para evaluar y gestionar adecuadamente los impactos

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

ambientales asociados con el uso de tecnologías que emplean combustibles fósiles.

**Tabla II.2.7-1.** Identificación de fuentes generadoras de gases de efecto invernadero del Proyecto

<b>N o</b>	<b>Etap</b> <b>a</b>	<b>Fuente</b>	<b>Combustible</b>	<b>Generación de CyGEI</b>	<b>Tiempo</b>
1	Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vehículos</li> <li>- Camiones</li> <li>- Equipo y maquinaria para la instalación de infraestructura provisional</li> </ul>	Diésel y gasolina	Sí	10 meses
2	Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractocamión</li> <li>- Excavadora</li> <li>- Lancha</li> <li>- Motoniveladora</li> <li>- Tractor de Orugas</li> <li>- Retroexcavadora</li> <li>- Grúa</li> <li>- Draga Activa</li> <li>- Grúa sobre neumáticos</li> <li>- Camión volteo 7 m<sup>3</sup></li> <li>- Camión pipa</li> <li>- Bailarina</li> </ul>	Diésel y gasolina	Sí	10 meses
3	Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractocamión</li> <li>- Excavadora</li> <li>- Lancha</li> <li>- Motoniveladora</li> <li>- Tractor de Orugas</li> <li>- Retroexcavadora</li> <li>- Grúa</li> <li>- Draga Activa</li> <li>- Grúa sobre neumáticos</li> <li>- Camión volteo 7 m<sup>3</sup></li> <li>- Camión pipa</li> <li>- Bailarina</li> </ul>	Diésel y gasolina	Sí	20 años

**II.2.7.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, O<sub>3</sub>, entre otros.**

Para estimar la generación de CyGEI del Proyecto se tomaron en cuenta los factores de emisión propuestos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para fuentes móviles, así como el ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero (Diario Oficial de la Federación, 2015a). En tanto que, los valores de poder calorífico de los combustibles se obtuvieron de la lista de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)

**FEDERACION DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE PRODUCCION PESQUERA  
UNIDOS DE LA LAGUNA DEL CAIMANERO, S.C. DE R.L.**

perteneciente a la Secretaría de Energía (Secretaria de Energía, 2022).

Ahora bien, para el presente ejercicio se cuantificó el tiempo de empleo de los vehículos y maquinaria de construcción con base en la experiencia de la ingeniería del Proyecto, así como en lo evaluado en el catálogo de costos horarios de maquinaria de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2021). Por su parte, para la determinación directa de los CyGEI derivado del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles, se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n VC_i \times PC_i \times FE_{CO_2i}$$

$$E_{CH_4} = \sum_{i=1}^n VC_i \times PC_i \times FE_{CH_4i}$$

$$E_{N_2O} = \sum_{i=1}^n VC_i \times PC_i \times FE_{N_2O_i}$$

Donde:

$E_{CO_2}$ = emisión de bióxido de carbono

$E_{CH_4}$ = emisión de metano

$E_{N_2O}$ = emisión de óxido nitroso

$VC_i$ = consumo de combustible

$PC_i$ = poder calorífico del combustible

$FE_{CO_2i}$ = factor de emisión de bióxido de carbono

$FE_{CH_4i}$ = factor de emisión de metano

$FE_{N_2O_i}$ = factor de emisión de óxido nitroso

$i$ = el  $i$ -ésimo combustible empleado

$n$ = el número de combustibles empleados

Cabe señalar que en el presente ejercicio se omite el cálculo de las emisiones de la GyCEI correspondientes a la etapa de abandono, dado que su ejecución estará supeditada a la presentación y validación del Programa correspondiente.

Por otra parte, para el cálculo del dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) se consideró el ACUERDO que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Diario Oficial de la Federación, 2015b). Una forma de cuantificar la huella de carbono es empleando el dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) esta medida se basa en la totalidad de la emisión de GyCEI. Para calcularlo se utilizó el potencial de calentamiento global de cada gas y compuesto en una medida de tiempo de 100 años, por su masa aplicando la fórmula siguiente:

$$CO_2e = (\text{masa del gas}) (\text{Potencial de calentamiento global})$$

Al respecto, cabe mencionar que para el presente ejercicio se adoptó el escenario más desfavorable de emisiones, que representa el potencial máximo. Este escenario implica la operación continua de todos los equipos y maquinaria a lo largo de las 38 semanas, con una jornada laboral de 8 horas diarias y una eficiencia de horas efectivas del 90 % durante el 20 % del tiempo estimado de ejecución por cada maquinaria de construcción, según lo establecido por (Ibañez, 2010). En cuanto al consumo de diésel, se estimó en 1958 m<sup>3</sup>/año para las tres etapas del Proyecto (Tabla II.2.7.2-1).

La elección del escenario de emisiones más crítico y la consideración de factores como la eficiencia operativa son fundamentales para obtener estimaciones realistas y representativas de las emisiones asociadas con el Proyecto en cada una de sus etapas.

**Tabla II.2.7.2-1.** Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero del Proyecto (por año)

Elemento	Potencia aproximada (hp)	Tiempo de operación (h)	Consumo de combustible (m <sup>3</sup> )	Emisiones			
				CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> e
Tractocamión	510	865	18,28	1,29	0,50	0,07	135,24
Excavadora	286	11 156	319,06	22,52	8,69	1,26	2360,73
Lancha	240	7 796	77,53	5,47	2,11	0,31	573,61
Motoniveladora	140	900	5,22	0,37	0,14	0,02	38,63
Tractor de Orugas	310	8 812	273,17	19,28	7,44	1,08	2021,19

Retroexcavadora	95	924	8,78	0,62	0,24	0,03	64,95
Grúa	300	366	10,98	0,77	0,30	0,04	81,24
Draga Activa	560	8 320	465,92	32,88	12,6 9	1,84	3 447,33
Grúa sobre neumáticos	240	924	22,18	1,56	0,60	0,09	164,08
Camión volteo 7 m3	170	44 178	751,03	53,00	20,4 6	2,97	5 556,82
Camión pipa	170	720	5,07	0,36	0,14	0,02	37,52
Bailarina	20	1 860	1,54	0,11	0,00	0,01	1,41
Ton CO 2eq:							<b>14 482,74</b>

Conforme a la metodología detallada y la información técnica proporcionada por el área de Ingeniería, se calculó una emisión máxima de CO<sub>2</sub> equivalente en toneladas por año del Proyecto de 14 482,74. Este cálculo considera exhaustivamente diversos factores, tales como el uso de equipos y maquinaria con motores de combustión interna alimentados por diésel y gasolina, así como las condiciones operativas durante las distintas etapas del Proyecto.

Es imperativo destacar que, tras la conclusión del primer año del Proyecto, se anticipa una disminución sustancial en la frecuencia y capacidad operativa de los equipos y maquinaria para los años subsecuentes, abarcando un periodo de 20 años que incidirá directamente en una disminución proporcional en las emisiones durante este extenso periodo de tiempo.