



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0798/2025

ESTADO: Campeche
MUNICIPIO: Campeche
LOCALIDAD: San Francisco de Campeche

CONCEPTO: Prestación de servicio de estudios de análisis y evaluación mediante modelado numérico de alternativas de protección Costera del Estribo 1 del Nuevo Puente "La Unidad" y Áreas Colindantes.

RECEPCIÓN DE LOS ENTREGABLES: Fase 1 a la 4 del servicio.

CONTRATO: 052/2025

FECHA: 27 de junio de 2025

En la ciudad de San Francisco de Campeche, Estado de Campeche, a los diecisiete días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, se hace constar que se recibió de conformidad la fase 1 a la 4 del servicio y productos entregables con los requisitos y en el plazo establecido, en presencia de los representantes que intervinieron en la entrega-recepción del proyecto.

ENTREGA EL PROVEEDOR: Axis Ingeniería y Medio Ambiente, S.A.P.I. de C.V.

RECIBE (QUIEN OPERA EL PROYECTO)

GOBIERNO ESTATAL: X NOMBRE: M. en C. Biol. Jocelyn Duran Murrieta.
GOBIERNO MUNICIPAL: CARGO: Secretaría de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía.
GOBIERNO FEDERAL: DEPENDENCIA: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
CAPÍTULO 3000 - SERVICIOS GENERALES.

Cant.	Unidad de medida	Concepto/descripción	Precio unitario	Importe
1	Servicio	Servicio de estudios de análisis y evaluación mediante modelado numérico de alternativas de protección Costera del Estribo 1 del Nuevo Puente "La Unidad" y Áreas Colindantes.	\$2,272,500.00	\$2,272,500.00
			Subtotal	\$2,272,500.00
			16% I.V.A.	\$363,600.00
			Gran total	\$2,636,100.00



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0798/2025

Una vez verificada la fase 1 a la 4 del servicio y productos entregables por parte de los que intervienen en este acto, se concluye que la entrega, se encuentra en condiciones de ser recibida por la unidad responsable.

La presente acta no exime al proveedor de los defectos o vicios ocultos que resultaren en el mismo y se obliga a corregir las deficiencias detectadas sin costo alguno para el Gobierno del Estado de Campeche.

El Gobierno del Estado de Campeche, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía recibe la fase 1 a la 4 del servicio y productos entregables a su entera satisfacción.

No habiendo otro asunto que tratar, se da por concluida la presente acta, firmando al calce los que en ella intervinieron.

ENTREGA POR "EL PROVEEDOR"



C. Mónica Alicia Febles Álvarez Icaza
Representante Legal de Axis Ingeniería
y Medio Ambiente, S.A.P.I. de C.V.

RECIBE POR "EL ESTADO"



Mtro. José Miguel Coba Ojeda
Director de Gestión Ambiental de la Secretaría
de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
Climático y Energía.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

ESTADO: Campeche
MUNICIPIO: Campeche
LOCALIDAD: San Francisco de Campeche

CONCEPTO: Prestación de servicio de estudios de análisis y evaluación mediante modelado numérico de alternativas de protección Costera del Estribo 1 del Nuevo Puente "La Unidad" y Áreas Colindantes.

RECEPCIÓN DE LOS ENTREGABLES: Fase final, entrega de resultados obtenidos.

CONTRATO: 052/2025

FECHA: 27 de junio de 2025

En la ciudad de San Francisco de Campeche, Estado de Campeche, a los cuatro días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, se hace constar que se recibió de conformidad el servicio y productos entregables con los requisitos y en el plazo establecido, en presencia de los representantes que intervinieron en la entrega-recepción del proyecto.

ENTREGA EL PROVEEDOR: Axis Ingeniería y Medio Ambiente, S.A.P.I. de C.V.

RECIBE (QUIEN OPERA EL PROYECTO)

GOBIERNO ESTATAL: ☒ NOMBRE: M. en C. Biol. Jocelyn Duran Murrieta.
GOBIERNO MUNICIPAL: ☐ CARGO: Secretaria de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía.
GOBIERNO FEDERAL: ☐ DEPENDENCIA: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
CAPÍTULO 3000 - SERVICIOS GENERALES.

Cant.	Unidad de medida	Concepto/descripción	Precio unitario	Importe
1	Servicio	Servicio de estudios de análisis y evaluación mediante modelado numérico de alternativas de protección Costera del Estribo 1 del Nuevo Puente "La Unidad" y Áreas Colindantes.	\$2,272,500.00	\$2,272,500.00
			Subtotal	\$2,272,500.00
			16% I.V.A.	\$363,600.00
			Gran total	\$2,636,100.00



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Una vez verificado el servicio y productos entregables por parte de los que intervienen en este acto, se concluye que la entrega, se encuentra en condiciones de ser recibida por la unidad responsable.

La presente acta no exime al proveedor de los defectos o vicios ocultos que resultaren en el mismo y se obliga a corregir las deficiencias detectadas sin costo alguno para el Gobierno del Estado de Campeche.

El Gobierno del Estado de Campeche, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía recibe el servicio y productos entregables a su entera satisfacción.

No habiendo otro asunto que tratar, se da por concluida la presente acta, firmando al calce los que en ella intervinieron.

ENTREGA POR "EL PROVEEDOR"

C. Mónica Alicia Febles Álvarez Icaza
Representante Legal de Axis Ingeniería y
Medio Ambiente, S.A.P.I. de C.V.

RECIBE POR "EL ESTADO"

Mtro. José Miguel Coba Ojeda
Director de Gestión Ambiental de la Secretaría
de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
Climático y Energía.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025



Figura 2: Área de los trabajos para el lado de Isla del Carmen.

1.1.2 Equipos a utilizar.

Para la realización de los trabajos, "El Proveedor" cuenta con el siguiente equipo:

Equipo GNSS compuesto por un receptor compacto de alto rendimiento diseñado para aplicaciones de topografía y geodesia. Su función principal es determinar coordenadas precisas (latitud, longitud y altitud) usando señales satelitales. Es parte de la línea profesional de equipos Leica Geosystems, reconocida por su calidad y precisión.

Incluye base receptora GS14, una colectora de datos CS10, rover gs14, estuches de transporte, base con plomada óptica, tripié para posicionamiento de la base, bastón de aplomar para móvil (rover) y todo lo necesario para el correcto posicionamiento trabajo del equipo.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Equipo GNSS compuesto por una base GS14, un móvil GS14 y una controladora GS10.	
Tripie de madera y bastón de aplomar	

Figura 3: Equipo GNSS a utilizar.

1.1.3 Metodología.

El levantamiento de perfiles "El Proveedor" lo realizará en modalidad diferencial, que es una técnica de medición geoespacial que mejora significativamente la precisión de las coordenadas obtenidas por receptores GNSS, mediante el uso de correcciones en tiempo real o postproceso provenientes de una estación base conocida.

Un levantamiento GNSS en diferencial consiste en usar dos receptores: uno fijo (base) y otro móvil (rover), donde el primero ayuda al segundo a corregir los errores de señal y obtener coordenadas más precisas.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Para generar el recorrido del levantamiento topográfico, se generará un archivo .DXF donde se incluyan transectos a lo largo de la costa de Isla Aguada e Isla del Carmen, con una separación de 50 metros entre sí. Estos servirán como guía para realizar el levantamiento iniciando desde el límite de la propiedad, atravesando la duna, la línea de costa y hasta una profundidad de 1.20m aproximadamente.

El levantamiento terminará cuando se hayan completado las secciones creadas.

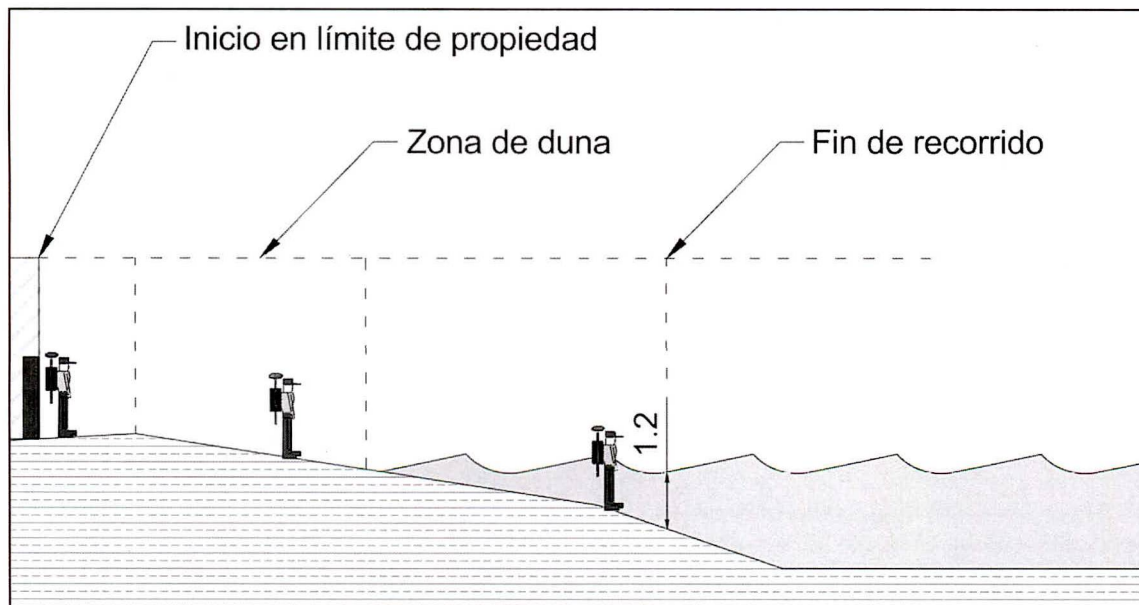


Figura 4: Ejemplo de recorrido de los transectos.

1.1.4 Procesamiento de datos.

"El Proveedor" hará el proceso de datos a través de Leica Infinity, que es un software profesional de procesamiento de datos geospaciales desarrollado por Leica Geosystems. Está diseñado para gestionar, visualizar, editar y procesar datos obtenidos con estaciones totales, receptores GNSS, escáneres láser y drones.

El proceso de datos deberá estar ligado a la Red geodésica Nacional mediante la base de posicionamiento más próxima al sitio.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Una vez procesados, se obtendrán una nube de puntos de la topografía, obteniendo las coordenadas de cada punto en formato del sistema UTM, es decir, este, norte y altura ortométrica referida al Nivel de Bajamar Media (NBM).

1.1.5 Entregables.

Con la nube de puntos se generarán las interpolaciones entre ellos para obtener el relieve de la topografía de la playa, que servirán para la generación de las secciones de terreno a lo largo de la costa para ambos lados de la zona de estudio.

Los planos estarán distribuidos de la siguiente manera:

- Plano de planta: plano llave donde se encontrarán ubicados y representados la posición espacial de las secciones de terreno que se generarán.
- Plano de secciones: donde podrá representarse de manera gráfica las secciones calculadas. En ellas podrá observarse altitudes del terreno con respecto al NBM, pendientes de terreno, ancho de playa, entre otros.

1.2 Levantamiento batimétrico.

1.2.1 Área de trabajo.

"El Proveedor" contempla un área de aproximadamente 1,600 hectáreas de extensión que abarcan el espacio marino de la Bocana de Puerto Real, delimitados por la parte de tierra de Isla Aguada e Isla del Carmen.

El área estará dividida con transectos paralelos al Puente de la Unidad con una separación aproximada de 200 metros entre cada uno. Se utilizarán los transectos necesarios hasta abarcar el área solicitada.





GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Figura 5: Área estimada de los trabajos de batimetría.

1.2.2 Equipos a utilizar.

"El Proveedor" empleará una ecosonda monohaz de la marca Garmin, equipada con un transductor capaz de emitir pulsos acústicos a diferentes frecuencias, la cual será instalada en una embarcación menor destinada a recorrer las líneas batimétricas previamente planificadas. Este sistema permitirá la recolección de datos de profundidad en cumplimiento con las recomendaciones de calidad.

La ecosonda estará conectada a una computadora de uso rudo, que permitirá la adquisición, visualización y monitoreo en tiempo real de los datos batimétricos. Asimismo, el sistema se integrará con un receptor GNSS diferencial, ubicado en tierra o embarcado, con el fin de aplicar correcciones posicionales precisas (RTK o PPK) y asegurar la georreferenciación precisa de los puntos de medición a lo largo de los transectos definidos.

Ecosonda para levantamientos batimétricos	
Transductor	



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

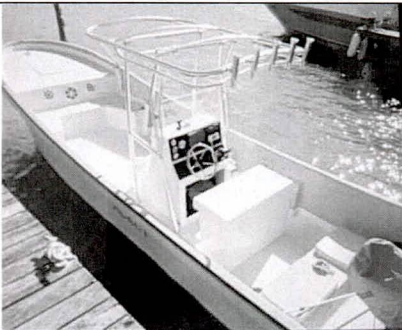
GNSS para corrección de posición del levantamiento	
Computadora Laptop de uso rudo	
Embarcación menor	

Figura 6: Equipo a utilizar.

1.2.3 Metodología.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Para realizar el levantamiento batimétrico de alta precisión mediante técnicas acústicas, con el fin de obtener un modelo del fondo marino o fluvial georreferenciado siguiendo los estándares de calidad, "El Proveedor" realizará la siguiente metodología:

1. Planificación del levantamiento:

Se establecieron líneas de navegación o transectos batimétricos paralelos al eje principal del cuerpo de agua, con una separación adecuada para garantizar una cobertura completa del área de estudio. Las líneas tendrán una separación de 200 metros entre sí, hasta abarcar la totalidad del área de estudio.

2. Ensamble de los equipos usados:

La ecosonda, el transductor de fondo, el receptor GNSS para la corrección de posicionamiento, la computadora de uso rudo y el software de navegación Hypack, se ensamblarán en una embarcación menor. Para esto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El transductor debe estar colocado de manera completamente vertical minimizando el ángulo de inclinación.
- Ecosonda activada y configurada según los parámetros de frecuencia, ganancia y rango de profundidad según las condiciones del cuerpo de agua.

3. Recorrido de las rutas:

El recorrido se realizará por medio de una embarcación menor (12 pies o similar) tripulada por personal capacitado con una velocidad no mayor a 7km/h.

Los datos deben ser monitoreados constantemente ajustando los parámetros cuando fuera necesario.

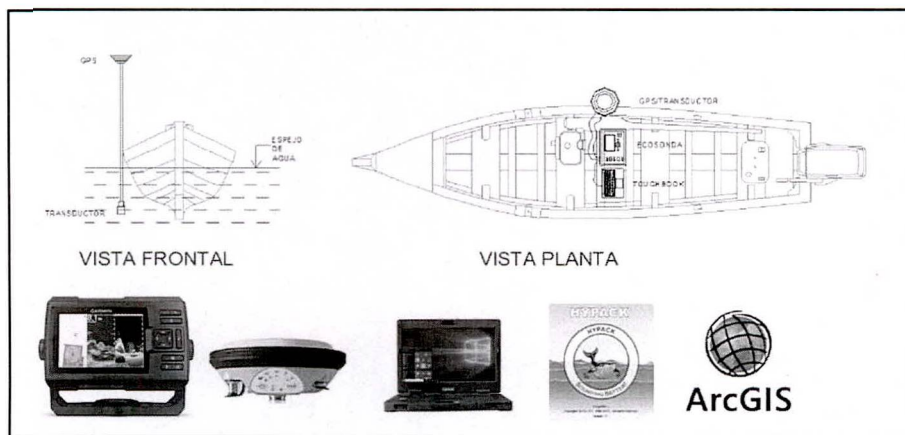


Figura 7: Esquema de distribución del equipo a utilizar.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

1.2.4 Procesamiento de datos.

Los datos serán procesados mediante el software Hypack donde se aplicarán:

1. Correcciones diferenciales GNSS (RTK/PPK).
2. Filtros de ruido y eliminación de picos erráticos.
3. Corrección por nivel medio del agua o marea.
4. Generar una nube de puntos batimétrica georreferenciada, interpolada mediante técnicas como TIN o IDW para generar un modelo digital del fondo (MDB) y curvas de nivel batimétricas.
5. Obtención de nube de puntos final.

1.2.5 Entregables.

Una vez obtenida la nube de puntos, "El Proveedor" procederá a la elaboración de los planos, para obtener los productos finales, los cuales serán las curvas de nivel batimétricas del área de estudio. Los planos contendrán la vista en planta del área del trabajo y las curvas batimétricas acotadas cada 0.50m o cada 1m según las características del suelo submarino y la necesidad de una correcta visualización.

Se incluirá también la escala gráfica o paleta de colores para una visualización más sencilla de los datos.

1.3 Medición de corrientes mediante el método Lagrangiano (corrientes superficiales).

1.3.1 Área de trabajo.

"El Proveedor" contempla la realización de este trabajo en 4 puntos diferentes dentro del área de estudio, dos a cada lado del Puente de la Unidad como se muestra en la figura propuesta:





GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

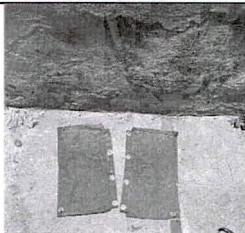
ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Figura 8: Ubicación de los puntos a estudiar.

1.3.2 Equipos a utilizar.

El trabajo se realizará mediante un cuerpo de deriva de elaboración propia de "El Proveedor", con un equipo GPS en su interior para registrar su recorrido, para así obtener los productos finales deseados como la velocidad, dirección. El equipo será capaz de mantenerse a flote en todo momento y procurando siempre su verticalidad.

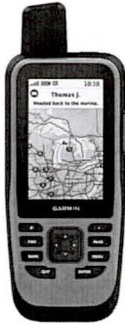
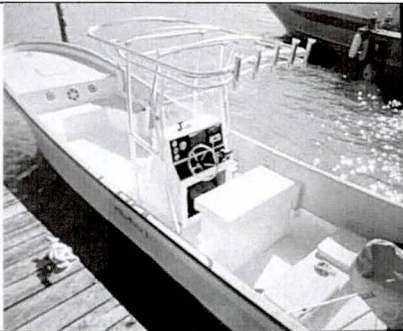
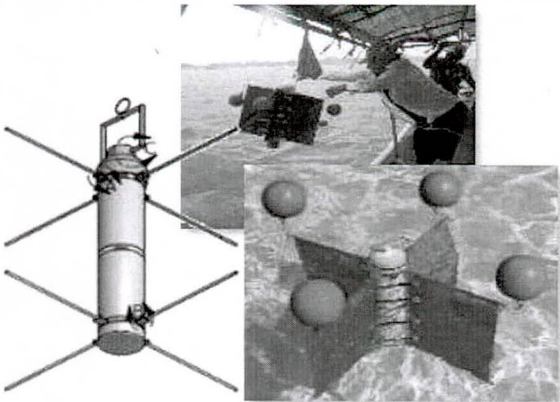
Cuerpo de deriva	
Boyas para visualización y flotabilidad	
Aletas para permitir el arrastre por medio de las corrientes	



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

GPS para registro de movimiento	
Embarcación menor	
Esquema completo de ensamble del equipo	

1.3.3 Metodología.

Figura 9: Equipo utilizados.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

La medición de corrientes superficiales mediante el método Lagrangiano se basa en el seguimiento del desplazamiento de un objeto flotante a lo largo del tiempo, permitiendo estimar la velocidad y dirección del flujo superficial en el área de estudio. Este enfoque considera el movimiento de una partícula (o marcador flotante) dentro del cuerpo de agua, y es especialmente útil en zonas costeras, estuarios o cuerpos interiores donde se requiere una caracterización sencilla y directa del flujo.

Una vez ensamblado el cuerpo de deriva con el receptor GPS en su interior, se procede a trasladarlo al punto de inicio previamente definido, donde será liberado para que se desplace libremente sobre la superficie del mar durante un intervalo de tiempo constante y controlado.

Finalizado dicho intervalo, el cuerpo de deriva es recuperado y devuelto al punto de inicio para repetir el procedimiento. Este ciclo se realizará tres veces por cada uno de los 4 puntos de interés, con el fin de obtener datos representativos y asegurar la repetibilidad de las mediciones.

Por cada lance, se procurará no perder de vista el equipo para evitar que una embarcación colisione, sea robado o que el equipo pueda interrumpir su recorrido natural debido a algún obstáculo en el área. Para cada intervalo realizado se debe hacer una inspección del equipo para asegurarse el correcto funcionamiento del mismo.

1.3.4 Procesamiento de datos.*

"El Proveedor" llevará a cabo el procesamiento y análisis de los datos de posicionamiento utilizando el software Garmin MapSource, una herramienta especializada para la gestión de datos GPS, que permite la descarga, visualización y exportación de los registros geoespaciales recopilados durante las mediciones. Este software es compatible con equipos GPS portátiles de la marca Garmin y facilita la interacción con los archivos de seguimiento en formato .gpx o .trk, permitiendo su integración con otros entornos de análisis geográfico.

A través de MapSource, se podrá reconstruir la trayectoria completa del cuerpo de deriva, visualizando de forma detallada el recorrido efectuado sobre la superficie del mar. Además, se podrán extraer las coordenadas geográficas (latitud y longitud) y el registro temporal (timestamp) asociado a cada punto de la ruta. Esta información es fundamental para estimar con precisión la velocidad y dirección de las corrientes superficiales, en función del desplazamiento del objeto trazador en intervalos de tiempo definidos.

El análisis posterior puede ser complementado en entornos SIG como QGIS o ArcGIS, para visualizar los datos espacialmente y generar productos cartográficos o realizar cálculos adicionales de distancia y orientación de los vectores de corriente.

1.3.5 Entregables.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

El producto final será un reporte que contenga la descripción del proceso y los resultados gráficos de las velocidades y direcciones obtenidas para cada punto.

1.4 Medición de corrientes mediante el método Euleriano (corrientes profundas).

1.4.1 Área de trabajo.

"El Proveedor" propone establecer tres estaciones de muestreo distribuidas longitudinalmente a lo largo del Puente de la Unidad, con el objetivo de caracterizar espacialmente el comportamiento de las corrientes marinas en los alrededores de la estructura. Considerando que el puente tiene una longitud total de 3,200 metros, los puntos de medición se ubicarán en segmentos equidistantes de aproximadamente 800 metros entre sí, asegurando una cobertura representativa del área de estudio.

Cada estación de muestreo estará ubicada a una distancia lateral no mayor a 100 metros del eje del puente, lo cual permitirá obtener datos en zonas influenciadas directamente por la estructura sin interferir con el tránsito marítimo o comprometer la seguridad de las operaciones. La disposición de los puntos busca capturar posibles variaciones en la velocidad y dirección de las corrientes asociadas a la morfología del canal, el régimen de mareas y la interacción con las pilastras del puente.

Esta distribución será ilustrada en un plano esquemático que muestra la ubicación relativa de los puntos de muestreo respecto al puente y al entorno costero, lo cual facilitará la georreferenciación y planificación logística de las campañas de campo.





GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

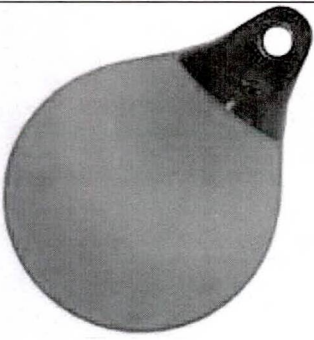
ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Figura 10: Ubicación de los puntos a estudiar.

1.4.2 Equipos a utilizar.

"El Proveedor" realizará el trabajo mediante el equipo Aquadopp de la marca Nortek y los siguientes componentes complementarios para la ejecución del trabajo:

Correntímetro	  Aquadopp  Grapher
Boyas para visualización y flotabilidad del equipo	
Cuerdas para fijación	



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Peso muerto de concreto para fijación del equipo	
Embarcación menor	
Esquema completo de ensamble del equipo	

Figura 11: Equipo utilizados.

1.4.3 Metodología.

"El Proveedor" realizará la medición de corrientes profundas mediante el método Euleriano, el cual se basa en el análisis del flujo en un punto fijo del espacio a lo largo del tiempo. Para ello, se empleará un correntímetro



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

acústico tipo Doppler de perfil único (ADP) de la marca Aquadopp, equipo diseñado para medir con alta precisión la velocidad y dirección de la corriente a diferentes profundidades desde una ubicación estacionaria.

El Aquadopp será instalado en el fondo marino o suspendido en la columna de agua mediante una estructura fija o una boya fondeada, de modo que permanezca estable durante el periodo de medición. Este instrumento opera mediante la emisión de pulsos acústicos y la detección del efecto Doppler en partículas en suspensión, lo cual permite estimar el vector tridimensional de velocidad del agua en diferentes celdas verticales.

Previo al despliegue, el equipo será programado para registrar lecturas a intervalos regulares de tiempo, almacenando información sobre el tiempo de medición, la velocidad y la dirección del flujo. Una vez ensamblado con los componentes necesarios, el instrumento será transportado al punto previamente definido, donde será posicionado cuidadosamente en el lecho marino. Se procurará que el lastre o peso muerto asegure una buena fijación al fondo y que el sensor permanezca en posición vertical durante todo el tiempo de inmersión.

El instrumento permanecerá en el punto de estudio durante una jornada de trabajo completa, con el objetivo de captar la variabilidad del flujo en función del ciclo mareal, especialmente durante la entrada y salida del agua en la bocana. Al finalizar la jornada, el equipo será recuperado y trasladado al siguiente punto de monitoreo. Esta operación se repetirá en tres estaciones previamente seleccionadas, permitiendo obtener una caracterización espacial representativa del régimen de corrientes profundas en el área de estudio.

1.4.4 Procesamiento de datos.

Los datos obtenidos serán procesados y graficados para analizar la estructura vertical del flujo, identificar gradientes de velocidad con la profundidad, y caracterizar el comportamiento de las corrientes internas o de fondo. También se aplicarán filtros de calidad, correcciones por inclinación y verificación de anomalías en el registro.

Los datos serán procesados con el software Aquadopp.

1.4.5 Entregables.

"El Proveedor" generará un informe técnico detallado que describa de manera integral la metodología empleada para la medición de corrientes, así como el proceso completo de adquisición, procesamiento y análisis de los datos obtenidos en campo. El documento incluirá una descripción de los instrumentos utilizados (como el correntímetro Doppler Aquadopp), la configuración operativa del equipo, los parámetros de muestreo (frecuencia, profundidad de lectura, duración del registro), y las condiciones ambientales presentes durante cada jornada de medición.

El reporte también integrará los resultados obtenidos para cada uno de los puntos de monitoreo, presentados mediante gráficas de velocidad vs. dirección del flujo (rosas de corriente), permitiendo visualizar el



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

comportamiento dominante de las corrientes en términos de intensidad y orientación. Adicionalmente, se incluirán series temporales de velocidad y dirección para analizar la variabilidad del flujo a lo largo del periodo de registro, así como tablas de datos resumen con valores medios, máximos y mínimos para cada estación.

Este conjunto de información permitirá una evaluación precisa del régimen hidrodinámico de la zona de estudio, siendo útil para aplicaciones en ingeniería costera, modelación numérica, gestión ambiental o estudios de transporte de sedimentos.

1.5 Caracterización granulométrica de arena.

1.5.1 Área de trabajo.

"El Proveedor" tomará muestras de arena en cada una de las zonas que requiere el proyecto como muestra la siguiente imagen:

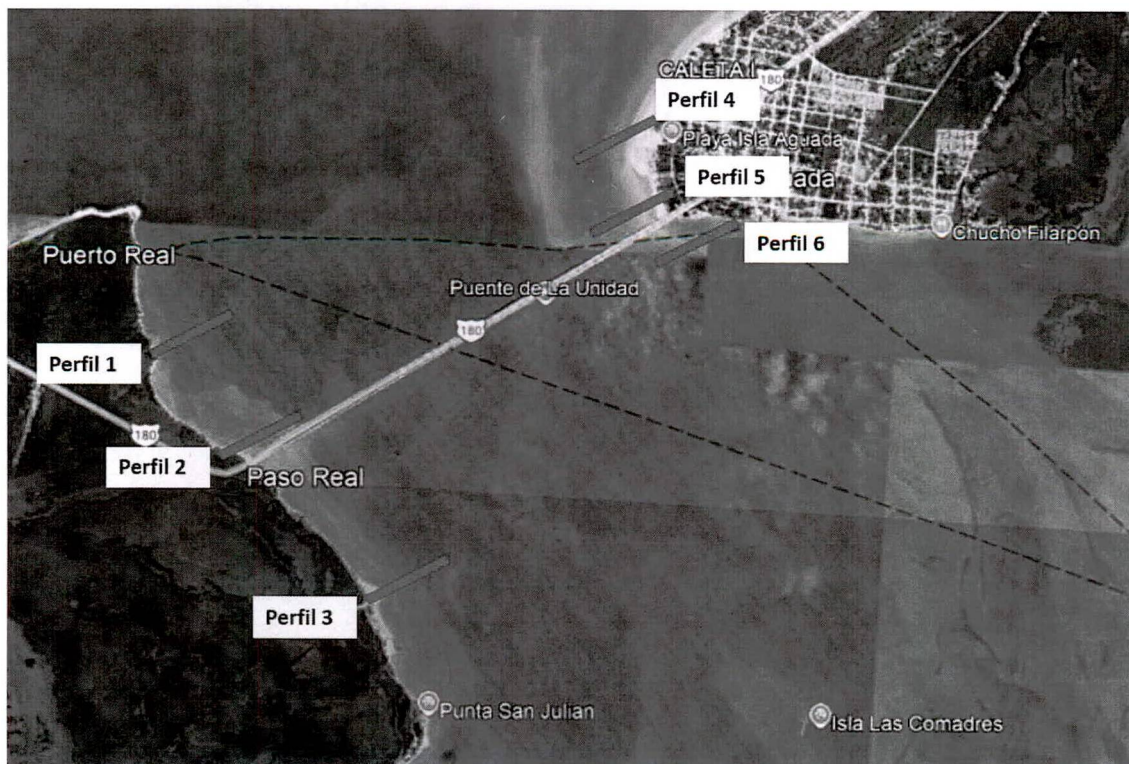


Figura 12: Ubicación de los puntos a estudiar.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

1.5.2 Metodología.

La caracterización granulométrica tiene como objetivo analizar la composición, distribución y tamaño de los sedimentos en distintos sectores de la playa, lo cual permite inferir procesos de transporte, dinámica litoral y estabilidad de la zona costera.

El proceso se lleva a cabo mediante la recolección sistemática de muestras de sedimento superficial, siguiendo un diseño de muestreo por transectos perpendiculares a la línea de costa. Las muestras se obtienen en diferentes zonas morfodinámicas de la playa: zona de rompiente (si es accesible), zona intermareal, zona de bermas y parte alta de la playa.

1. Diseño del muestreo:

Se establecen transectos con intervalos regulares a lo largo de la línea de costa.

En cada transecto se extraen muestras en diferentes niveles de elevación (por ejemplo, cada 5–10 metros en dirección tierra-mar).

2. Toma de muestras:

Se utiliza una pala o tubo de acero inoxidable para extraer aproximadamente 500 g a 1 kg de sedimento por punto.

Las muestras se almacenan en bolsas etiquetadas con código, ubicación, fecha y hora.

3. Secado de muestras:

En laboratorio, las muestras se secan en estufa a una temperatura constante de 105 °C durante 24 horas, para eliminar humedad.

4. Tamizado en seco:

Una vez secas, las muestras se someten a un análisis granulométrico mediante una torre de tamices normalizados durante un periodo estándar (10–15 minutos) en una tamizadora mecánica.

Cada fracción retenida en los tamices se pesa con precisión.

1.5.3 Procesamiento de datos.

Una vez finalizados los trabajos de campo, las muestras de arena recolectadas serán enviadas a un laboratorio certificado para la realización de los análisis granulométricos correspondientes. Estas pruebas permitirán determinar las características físicas de los sedimentos, en particular la distribución del tamaño de grano, conforme a los requerimientos establecidos en el proyecto. La información obtenida será fundamental para



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

comprender la textura y el comportamiento sedimentológico del área de estudio, así como para respaldar las conclusiones relacionadas con la dinámica costera y los procesos de transporte de sedimentos.

1.5.4 Entregables.

"El Proveedor" entregará un reporte donde se describa el proceso de obtención y ubicación de muestras recolectadas, así como las gráficas obtenidas sobre la composición de los materiales proporcionadas por el laboratorio.

1.6 Análisis de clima marítimo y mareas, en condiciones normales y extremas.

1.6.1 Base histórica de datos.

Se obtendrán las características del oleaje en el punto ubicado frente a la zona de estudio y que se compone de una serie histórica con datos de oleaje. Esta base de datos se alimenta con información de medición de viento y oleaje y corre en modo predictivo (forecast), posteriormente los datos históricos se vuelven a correr en modo retrospectivo (hindcast) incluyendo huracanes y a la base se le identifica como reanalysis.

Al obtener los datos en el nodo elegido, estos serán analizados a través de la rutina CAROL de Matlab, la cual se encarga de caracterizar los datos disponibles, a través de un análisis estadístico para conocer las características de las variables elegidas en la zona de estudio, en este caso oleaje.

1.6.2 Equipos a utilizar.

Como parte de la instrumentación empleada en el trabajo de campo, "El Proveedor" utilizará un sensor de presión para el registro continuo de niveles de marea. Este equipo será instalado en un sitio estratégico previamente definido, de acuerdo con criterios de estabilidad, accesibilidad y representatividad del entorno.

El sensor deberá ser apto para operar a profundidades de hasta 4 metros, y estar construido en materiales resistentes a la corrosión marina, tales como titanio o polímeros de ingeniería con alta tolerancia al agua salina. Además, deberá contar con una unidad de almacenamiento interno con capacidad suficiente para registrar datos a un intervalo temporal de 10 minutos durante al menos 30 días consecutivos, asegurando así la cobertura de un ciclo mareal completo con eventos de marea alta y baja.

Este registro permitirá analizar el comportamiento temporal de la marea en el sitio de estudio, y servirá como insumo para su posterior análisis armónico y comparación con datos mareográficos históricos o modelos numéricos.

1.6.3 Metodología.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Para la determinación del clima marítimo en las proximidades del área de estudio, sería necesario disponer de una boya oceanográfica en la zona de interés y, además, para que los resultados fuesen fiables, resultaría necesario disponer de una secuencia de datos que incluyesen un número suficiente de años de toma de mediciones.

Sin embargo, en la gran mayoría de las regiones alrededor del mundo, principalmente en los países en vías de desarrollo, las series de datos medidos en aguas someras no son suficientemente largas para caracterizar el clima marítimo y obtener los parámetros de ola necesarios al correcto dimensionamiento de las estructuras portuarias y de protección de la costa.

Debido a que no existen datos de la zona en particular, es necesario realizar el siguiente procedimiento para la obtención de estos:

1. Determinar, en función de los datos disponibles, las características del oleaje y del viento en aguas profundas o intermedias.
2. Obtener las características del oleaje en la zona de interés mediante estudios de propagación del oleaje desde aguas profundas o intermedias.
3. Tomar un punto de una base de re análisis realizadas a través de modelos numéricos para determinar las características en un punto en un nodo cercano a la zona de estudio.

1.6.3.1 Procesamiento de datos.

"El Proveedor" procesará los datos obtenidos mediante el programa de Python. Para la caracterización del clima de oleaje, se utilizarán los datos del hindcast generados a partir de campos de viento del North American Reanalysis utilizando el modelo MIKE 21 SW. Los datos que se presentarán serán: altura de ola significativa (SWH), periodo medio de oleaje (MWP), periodo pico de oleaje (PWP) y dirección media de oleaje (MWP), así como la velocidad de viento (WS) y dirección de viento (WDir) del NARR interpolados en la malla de cálculo del modelo de oleaje, mismos que serán utilizados para alimentar el modelo.

1.6.3.2 Entregables.

Una vez realizadas las tareas de limpieza, validación y análisis de las series temporales, se procederá a la elaboración de un informe técnico que documente de manera rigurosa los resultados obtenidos. Dicho informe incluirá, como mínimo, los siguientes apartados:

1. Serie temporal de oleaje procesada.
2. Análisis estadístico e interpretación de los patrones de oleaje.
3. Registros de marea, tanto observados como generados mediante modelación astronómica.
4. Identificación y caracterización de las principales componentes armónicas que conforman la marea.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

Además del análisis presentado en el cuerpo del informe, se incluirán gráficos ilustrativos que permitan visualizar adecuadamente las variaciones y tendencias detectadas. Los conjuntos de datos utilizados serán entregados como archivos digitales en formatos .csv y .mat, asegurando su compatibilidad con herramientas de análisis numérico y visualización científica, para facilitar su interpretación y reutilización por parte de terceros o en etapas posteriores del proyecto.

2. Fase 2: Propuesta de alternativas de solución costera

2.1 Elaboración esquemática de propuestas de ingeniería de protección costera.

Se refiere a una fase inicial de diseño conceptual donde se plantean posibles soluciones técnicas para proteger la costa frente a amenazas naturales como la erosión, el aumento del nivel del mar, marejadas, tormentas o huracanes.

Con base en los resultados obtenidos durante la Fase 1, "El Proveedor" desarrollará un conjunto de soluciones preliminares orientadas a reducir la vulnerabilidad de la línea costera. Estas soluciones pueden incluir obras como estructuras rompeolas, escolleras de protección, ampliación artificial de playas mediante relleno, y rehabilitación de infraestructura ya existente que haya sido afectada por la dinámica marina.

El proceso inicia con la delimitación precisa de las áreas más expuestas a fenómenos erosivos o marejadas. Posteriormente, se seleccionarán las estrategias más apropiadas según las condiciones físicas del sitio, su importancia ambiental y socioeconómica, y la viabilidad técnica de intervención.

Cada alternativa será evaluada de forma comparativa, considerando su funcionalidad, impacto ambiental y costo estimado. Esta etapa culmina con la elaboración de esquemas conceptuales —en planta y perfil— que representen de forma clara las soluciones propuestas.

Dado que la protección costera es un tema complejo, "El Proveedor" adoptará un enfoque técnico interdisciplinario que contemple tanto los aspectos hidrodinámicos como la interacción de las estructuras con el entorno natural. El objetivo es asegurar que las propuestas sean duraderas, económicamente viables y respetuosas del ecosistema costero.

Finalmente, "El Proveedor" entregará un documento técnico que incluirá al menos tres alternativas de solución esquemática, fundamentadas en los datos recolectados durante la caracterización de la zona. Este informe servirá como base para estudios más detallados o futuras etapas de diseño y ejecución. También se incluirán los siguientes análisis:

1. Modelación numérica de alternativas: se refiere al uso de herramientas computacionales (modelos numéricos) para simular y evaluar diferentes opciones de intervención o diseño de infraestructura costera, con el objetivo de seleccionar la más adecuada para resolver un problema costero.
2. Evaluación del comportamiento del frente costero ante las alternativas propuestas.
3. Análisis costo beneficio de alternativas.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

4. Ingeniería básica y de detalle de solución propuesta.
5. Memorias técnicas y de cálculo.
6. Diseño geométrico (planos de planta y de detalle).
7. Cuantificación de volúmenes de obra.
8. Catálogo de conceptos con supervisión y servicios de monitoreo ambiental.
9. Presupuesto general.
10. Programas de obra (financieros y de ejecución).
11. Obras asociadas.
12. Procedimientos de construcción (especificaciones generales y particulares).
13. Plan de monitoreo y mantenimiento.
14. Cronograma de permisos.
15. Anexos técnicos.

3. Fase 3: Modelación numérica de alternativas de solución.

3.1.1 Procesamiento de línea de costas históricas.

La metodología para el análisis de la evolución de la línea de costa comprende varias etapas fundamentales para comprender los cambios en la morfología costera a lo largo del tiempo. En primer lugar, las líneas de costa se obtienen a partir de las imágenes satelitales en la zona de estudio. Posteriormente, se obtiene la posición de la línea de costa utilizando el criterio del límite entre la playa seca y la playa húmeda. Este criterio se aplica dibujando la línea de costa sobre la imagen utilizando herramientas especializadas en el software ArcGIS para obtener la mayor precisión posible. Luego, se aplica un análisis DSAS (Digital Shoreline Analysis System) para calcular parámetros clave, como el Net Shoreline Movement (NSM) y el Linear Regression Rate (LRR). Estos parámetros proporcionan información sobre la erosión o acreción costera a lo largo del tiempo. Finalmente, se generan mapas que representan el NSM y el LRR, que son utilizados para realizar análisis comparativos y cuantitativos de los cambios en la línea de costa. Esta metodología permitirá una evaluación detallada de la dinámica costera y contribuirá a la comprensión de los procesos geomorfológicos en la zona de estudio.

La Figura ilustra el diagrama de la metodología utilizada para llevar a cabo el análisis de evolución de la línea de costa. A continuación, se describen en detalle cada uno de estos pasos.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

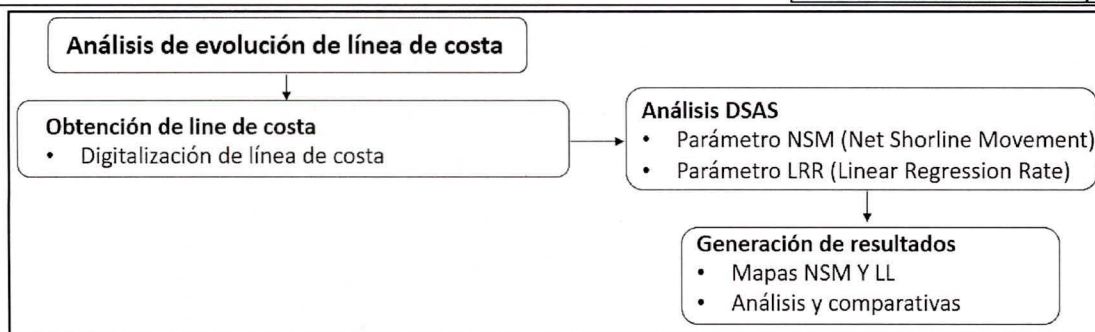


Figura 13: Metodología del análisis de evolución de la línea de costa.

3.1.2 Caracterización de georreferenciación de obras costeras en la zona de estudio.

Se refiere al proceso de identificar, localizar y documentar con precisión la posición geográfica de las estructuras costeras existentes dentro del área del proyecto.

Estas obras pueden incluir:

- Escolleras o rompeolas existentes.
- Espigones.
- Muros de contención.
- Infraestructura de protección o servicios cercana a la línea costera.

3.1.3 Modelado numérico de escenarios futuros.

Se refiere al uso de herramientas computacionales avanzadas (modelos numéricos) para simular cómo podrían cambiar las condiciones costeras en el futuro, considerando distintos factores ambientales, climáticos o de intervención humana.

Se generan representaciones matemáticas del área de estudio (playa, fondo marino, corrientes, oleaje, etc.) basadas en datos reales obtenidos en campo (batimetría, oleaje, mareas, sedimentos).

Se realizan simulaciones que permiten observar cómo responderá la zona costera ante situaciones futuras, tales como:

- Aumento del nivel del mar.
- Cambios en el régimen de oleaje o tormentas extremas.
- Construcción de obras de protección costera.
- Pérdida o ganancia de playa.
- Eventos climáticos severos (huracanes, frentes fríos, etc.).



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS COLINDANTES".

ACTA No. SAFIN-0799/2025

El modelo permite analizar, por ejemplo:

- Dónde ocurrirá erosión o acumulación de sedimento.
- Cómo se alterará la línea de costa.
- Qué estructuras podrían verse afectadas.
- Qué tan efectivas serán las soluciones propuestas frente a escenarios extremos.

Esto servirá para poder tomar decisiones basadas en la ciencia y datos, reducir incertidumbre ante eventos futuros y evaluar alternativas de ingeniería.

3.1.4 Redacción de informe de resultados y opinión técnica.

Para finalizar, "El Proveedor" redactará un informe con los resultados obtenidos de todos los estudios realizados en las fases que describe el proyecto.

Cronograma de trabajos

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																							
SEMANA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
CONCEPTOS		05-jul-25	12-jul-25	19-jul-25	26-jul-25	02-ago-25	09-ago-25	16-ago-25	23-ago-25	30-ago-25	06-sep-25	13-sep-25	20-sep-25	27-sep-25	04-oct-25	11-oct-25	18-oct-25	25-oct-25	01-nov-25	08-nov-25	15-nov-25	22-nov-25	29-nov-25	06-dic-25	
Proyecto ejecutivo de ingeniería para protección de infraestructura costera	1.1 Caracterización	Levantamiento topográfico de perfiles de alta resolución																							
		Levantamiento batimétrico																							
		Estudios de corrientes superficiales mediante método lagrangiano y/o eulreiano																							
		Caracterización granulométrica de arena																							
		Estudio de clima marítimo y mareas en condiciones normales y extremas																							
	1.2 Propuestas de alternativas de solución costera	Elaboración esquemática de propuestas de ingeniería de protección costera																							
	1.3 Modelación numérica de alternativas	Evaluación del comportamiento del frente costero ante las alternativas propuestas																							
		Análisis de alternativas																							
	1.4 Ingeniería básica y de detalle de solución propuesta	Memorias técnicas y de cálculo																							
		Diseño geométrico (planos de planta y de detalle)																							
		Cuantificación de volúmenes de obra																							
		Catálogo de conceptos con supervisión y servicios de monitoreo ambiental																							
		Presupuesto general																							
		Programas de obra (financieros y de ejecución)																							
		Obras asociadas																							
		Procedimientos de construcción (especificaciones generales y particulares)																							
Plan de monitoreo y mantenimiento																									
Cronograma de permisos																									
Anexos técnicos																									
Análisis mediante modelado numérico de dos escenarios futuros (remoción y permanencia del Puente Viejo)	2.1 Modelación numérica de escenarios	Procedimiento de línea de costa históricas																							
		Caracterización de georreferenciación de obras costeras en la zona de estudio																							
		Modelado numérico de escenarios futuros																							
		Redacción de informe de resultados y opinión técnica																							



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO 3089
EJERCICIO FISCAL 2025**

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

**"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELADO NUMÉRICO DE
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN COSTERA DEL ESTRIBO 1 DEL NUEVO PUENTE "LA UNIDAD" Y ÁREAS
COLINDANTES".**

ACTA No. SAFIN-0799/2025

