



GOBIERNO
DE TODOS



SAFIN
GOBIERNO DEL ESTADO
DE CAMPECHE

GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD – FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
“PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO
REAL”

ACTA No. SAFIN-0800/2025

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

CONCEPTO: Servicio de estudio de monitoreo del comportamiento de los flujos hidrológicos, transporte de sedimentos y la erosión costera en la bocana de Puerto Real Recepción del informe de monitoreo 1 y 2

CONTRATO: 071/2025

FECHA: 18 de julio de 2025

En la ciudad de San Francisco de Campeche, Estado de Campeche, a los diez días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, se hace constar que se recibieron de conformidad los informes de monitoreo 1 y 2, 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 Durán Murrieta
GOBIERNO CARGO: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
MUNICIPAL: Climático y Energía
GOBIERNO FEDERAL: DEPENDENCIA: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
Climático y Energía

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
CAPÍTULO 2000.- MATERIALES Y SUMINISTROS

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Precio unitario	Importe
1	Estudio	Servicio de estudio de Monitoreo del Comportamiento de los Flujos Hidrológicos, Transporte de Sedimentos y la Erosión Costera en la Bocana de Puerto Real.	\$870,500.00	\$870,500.00
Subtotal				\$870,500.00
16% I.V.A.				\$139,280.00
Total				\$1,009,780.00



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD – FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN,
ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO
REAL"

ACTA No. SAFIN-0800/2025

Una vez verificados los informes de monitoreo 1 y 2, 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 los informes de monitoreo 1 y 2.

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
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

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

CONCEPTO: Servicio de estudio de monitoreo del comportamiento de los flujos hidrológicos, transporte de sedimentos y la erosión costera en la bocana de Puerto Real
Recepción de la totalidad del servicio (informe de monitoreo 1, 2 y 3)

CONTRATO: 071/2025

FECHA: 18 de julio de 2025

En la ciudad de San Francisco de Campeche, Estado de Campeche, a los once días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, se hace constar que se recibieron de conformidad la totalidad del servicio, 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 Durán Murrieta
GOBIERNO CARGO: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
MUNICIPAL: Climático y Energía
GOBIERNO FEDERAL: DEPENDENCIA: Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio
Climático y Energía

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
CAPÍTULO 3000- SERVICIOS GENERALES

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Precio unitario	Importe
1	Estudio	Servicio de estudio de Monitoreo del Comportamiento de los Flujos Hidrológicos, Transporte de Sedimentos y la Erosión Costera en la Bocana de Puerto Real.	\$870,500.00	\$870,500.00
Subtotal				\$870,500.00
16% I.V.A.				\$139,280.00
Total				\$1,009,780.00



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

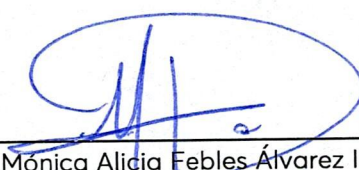
Una vez verificado el servicio, por parte de los que intervienen en este acto, se concluye que la entrega, se encuentra en condiciones de ser recibida por la unidad responsable.

La presente acta no exime al proveedor de los defectos o vicios ocultos que resultaren en el servicio 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 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
Directora de Gestión Ambiental de la
Secretaría de Medio Ambiente,
Biodiversidad, Cambio Climático y Energía



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

ANEXO ÚNICO

Servicio de estudio de Monitoreo del Comportamiento de los Flujos Hidrológicos, Transporte de Sedimentos y la Erosión Costera en la Bocana de Puerto Real.

1. Propósito del estudio.

La campaña tendrá como objetivo principal obtener información precisa y actualizada sobre la morfodinámica costera mediante la realización de estudios de batimetría, topografía de playas, análisis de corrientes marinas y evaluación de la evolución de la línea de costa. Estos datos permitirán caracterizar los procesos físicos que afectan al litoral, identificar zonas vulnerables a la erosión o sedimentación, y proporcionar una base científica sólida para la planificación costera, la gestión ambiental y el desarrollo sostenible de infraestructuras en el entorno marino.

Con los datos recabados con anterioridad, se permitirá comparar e identificar patrones o tendencias de la evolución de la zona de la bocana de Puerto Real, debido al Nuevo Puente de la Unidad.

Para los trabajos se considerarán las siguientes actividades:

1. Recolección de datos topográficos mediante perfiles de playa.
2. Vuelos de dron.
3. Levantamiento batimétrico.
4. Recolección de datos de corrientes submarinas.

1.1. Área de trabajo.

Los trabajos se desarrollarán en la zona de la Bocana de Puerto Real, en las proximidades de los Puentes de la Unidad. Las actividades se realizarán tanto en el entorno marino, para los estudios de batimetría y análisis de corrientes; como en el ámbito costero, donde se llevarán a cabo levantamientos topográficos y vuelos con dron.

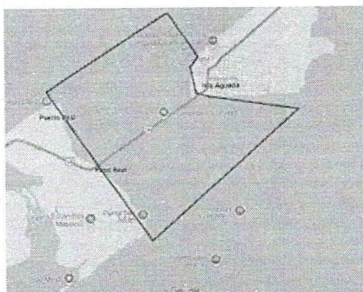


Figura 1: Zona de estudio.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

2. Especificaciones técnicas.

2.1 Personal técnico, científico y de campo.

Durante el periodo de tiempo de la ejecución del servicio se dispondrá de un equipo técnico especializado que garantice la correcta realización de los trabajos. Dicho equipo estará conformado, como mínimo, por los siguientes perfiles profesionales, todos con experiencia comprobada en actividades similares y en el ámbito de estudio correspondiente, tal y como se menciona en el Anexo Técnico de la Licitación Pública Nacional Electrónica número LA-63-041-904015996-N-2-2025:

a) Director de proyecto (1).

Será el representante general de "El Proveedor" ante "El Estado", con plena capacidad para gestionar aspectos técnicos y administrativos, coordinar al equipo de trabajo, y asegurar el cumplimiento del cronograma establecido.

Requisitos:

- Título de posgrado en Ingeniería Civil, con especialidad en Ingeniería Costera, Oceanografía o disciplina afín.
- Experiencia profesional mínima de 10 años en el desarrollo y dirección de proyectos similares.

b) Coordinador de proyecto (1).

Responsable de coordinar las tareas operativas del proyecto y supervisar la ejecución técnica en campo. Formará parte del organigrama presentado por "El Proveedor" en el presente anexo.

Requisitos:

- Titulación en Ingeniería Civil, Oceanografía, Ciencias del Mar o área relacionada.
- Experiencia mínima de 5 años en funciones similares.
- Disponibilidad permanente en sitio durante toda la ejecución del proyecto.
- Se adjuntará copia de ambos lados de su Cédula Profesional.

c) Especialista en ingeniería costera (1).

Encargado de los análisis técnico-especializados relacionados con procesos costeros y oceanográficos mediante el uso de herramientas y modelos numéricos.

Requisitos:



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Título en Ingeniería Civil, con estudios de especialidad o posgrado en Ingeniería Costera.
- Al menos 5 años de experiencia y participación en un mínimo de cinco proyectos relacionados.

d) Técnico especializado en trabajos oceanográficos (1).

Responsable de la operación y supervisión del equipo batimétrico y de corrientes.

Requisitos:

- Formación técnica o profesional.

Mínimo 5 años de experiencia y participación en al menos cinco proyectos similares.

e) Técnico especializado en topografía (1).

Encargado de realizar trabajos de topografía, geodesia y batimetría terrestre.

Requisitos:

- Titulado en Ingeniería Civil o carrera afín.
- Experiencia comprobable en al menos tres proyectos de características similares.

f) Auxiliar de gabinete (1).

Apoyo técnico en gabinete para la elaboración de planos y documentos gráficos mediante software CAD.

Requisitos:

- Técnico o profesional con mínimo 5 años de experiencia.
- Participación comprobada en al menos cinco proyectos similares.

3. Caracterización del sitio.

3.1 Levantamiento topográfico de perfiles de playa de alta resolución.

3.1.1 Área de los trabajos.

El levantamiento topográfico se realizará en la parte costera del lado de Isla Aguada e Isla del Carmen que comprenden 1.37km y 4.2 km respectivamente como se muestra en la figura:



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

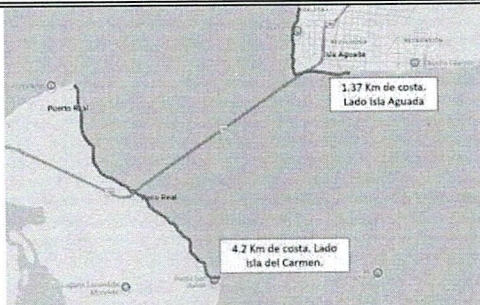


Figura 2: Área de los trabajos de topografía.

3.1.2 Equipos

Para la realización de los trabajos, se cuenta con el siguiente equipo:

Equipo GNSS profesional de alta precisión, marca Leica Geosystems, diseñado para aplicaciones topográficas y geodésicas. El equipo permite la determinación exacta de coordenadas mediante señales satelitales. El conjunto incluye receptor GS15, colectora de datos CS10, unidad rover GS14, estuches de transporte, base con plomada óptica, trípode para la estación base y bastón para el móvil, proporcionando todos los componentes necesarios para un posicionamiento eficiente y confiable en campo.



Figura 3: Equipo GNSS a utilizar.

3.1.3 Metodología

El levantamiento se ejecutará mediante tecnología GNSS en modalidad diferencial (DGPS), técnica que permite incrementar sustancialmente la precisión en la determinación de coordenadas geoespaciales. Este método se basa en la utilización simultánea de dos receptores GNSS: una estación base fija, colocada sobre un punto de coordenadas conocidas, y un receptor móvil (rover) que recorre los puntos de interés. Las correcciones diferenciales, obtenidas en tiempo real o en fase de postproceso, permiten



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

compensar errores sistemáticos como los derivados de la atmósfera, errores de reloj y desviaciones orbitales.

Como insumo para la ejecución del levantamiento, se generará previamente un archivo digital en formato .DXF con el trazado de transectos perpendiculares a la línea de costa, distribuidos a lo largo del litoral de Isla Aguada e Isla del Carmen, con una separación regular de 50 metros. Estos perfiles servirán de referencia para guiar el levantamiento topográfico, el cual se extenderá desde el límite terrestre de la propiedad, cruzando las formaciones dunares, la línea de costa y hasta alcanzar una profundidad estimada de 1.20 metros.

El levantamiento se considerará concluido una vez completadas todas las secciones transversales planificadas en el archivo de referencia.

En la figura se presenta un esquema del levantamiento topográfico de perfiles de playa que se realizará en campo.

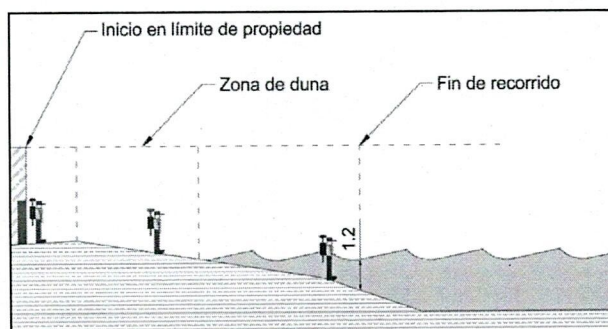


Figura 4: Ejemplo de recorrido de los transectos.

3.1.4 Procesamiento de datos.

El procesamiento de los datos recolectados durante el levantamiento topográfico se llevará a cabo mediante el software Leica Infinity, una plataforma profesional desarrollada por Leica Geosystems para la gestión integral de datos geospaciales. Este software está diseñado para integrar, visualizar, editar y procesar información obtenida a partir de diferentes tecnologías de medición, como estaciones totales, receptores GNSS, escáneres láser y plataformas aéreas no tripuladas (UAVs).

El flujo de trabajo incluirá la importación de datos crudos, su depuración, corrección y validación, asegurando la coherencia geométrica y la integridad posicional de los puntos. El procesamiento se realizará mediante técnicas de ajuste y compensación que permitan alcanzar alta precisión en el posicionamiento.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

Para garantizar la validez geodésica de la información, el conjunto de datos se ajustará a la Red Geodésica Nacional, utilizando como referencia la estación GNSS continua más cercana al área de estudio. Esto permitirá establecer un vínculo directo con el marco geodésico oficial, asegurando compatibilidad y trazabilidad con otros proyectos de infraestructura o análisis territorial.

Como producto final del procesamiento, se generará una nube de puntos georreferenciada que contendrá coordenadas individuales expresadas en el sistema de referencia UTM (Universal Transverse Mercator), especificando las componentes Este (E), Norte (N) y Altura Ortométrica (H). La altitud estará referida al Nivel Medio del Mar (NMM), conforme a los modelos geoidales vigentes para la región.

3.1.5 Entregables

Como parte de los entregables del estudio, se elaborará un conjunto de planos técnicos en formato digital PDF, con dimensiones de 90 x 60 cm, los cuales estarán compuestos por dos tipos principales de planos:

1. Plano llave (plano general en planta):

Este plano mostrará la distribución espacial de los perfiles topográficos a lo largo del área de estudio. En él se representará la ubicación y trazado de cada uno de los transectos generados a intervalos regulares de 50 metros, permitiendo una visión integral del alcance del levantamiento. Servirá como referencia para ubicar cada sección transversal detallada en los planos individuales.

2. Planos de secciones transversales:

Se desarrollarán planos que representen gráficamente los perfiles obtenidos a lo largo de los transectos definidos. Estas secciones mostrarán la morfología del terreno desde el límite terrestre de la propiedad, atravesando la duna costera, la franja de playa, la línea de costa y extendiéndose mar adentro hasta alcanzar una profundidad de aproximadamente 1.20 metros.

Cada sección incluirá información altimétrica precisa, permitiendo observar variaciones en la altura de la duna, el ancho efectivo de la playa y la pendiente del fondo marino. Las cotas verticales estarán expresadas en altura ortométrica respecto al Nivel Medio del Mar (NMM), y las distancias horizontales referenciadas al sistema de coordenadas UTM correspondiente a la zona del proyecto.

Los planos se elaborarán con simbología estandarizada, escalas gráficas, coordenadas geográficas de referencia y leyendas técnicas.

3.2 Vuelos de dron para obtención de ortofotos.

3.2.1 Área de trabajo.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

Se contempla realizar vuelos de dron que permitan abarcar la misma longitud de la parte topográfica. El ancho de playa es lo que puede cambiar dependiendo de la distancia existente entre las propiedades y la línea de costa actual al momento de realizar la campaña.

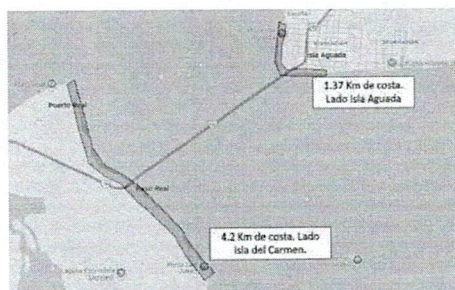


Figura 5: Área estimada de los trabajos vuelos de dron.

3.2.2 Equipos

Para la ejecución del presente estudio se plantea el uso combinado de tecnologías aéreas y terrestres de alta precisión, a fin de garantizar la obtención de productos cartográficos confiables y con la resolución adecuada para análisis geoespaciales costeros. La metodología se basa en la integración de imágenes aéreas captadas por UAV y datos GNSS diferenciales, utilizando los siguientes equipos:

1. Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV) DJI Air 2S:

Se empleará un dron multirrotor DJI Air 2S, el cual cuenta con características técnicas avanzadas que lo hacen adecuado para levantamientos fotogramétricos de alta resolución:

- Sensor de imagen CMOS de 1" con capacidad para capturar fotografías aéreas en 20 MP y video en calidad 5.4K.
- Sistema de posicionamiento GPS/GLONASS/Galileo integrado, con modos de vuelo estabilizados y rutas automatizadas.
- Alta autonomía de vuelo, con tiempos efectivos de hasta 30 minutos por batería.
- Capacidad de captura en modo nadiral (cenital), ideal para generar ortomosaicos mediante procesamiento fotogramétrico.
- Cobertura eficiente de extensas áreas costeras en cortos periodos de tiempo, con repetibilidad de vuelos en campañas sucesivas.

Este equipo será utilizado para la adquisición sistemática de imágenes aéreas de la zona de estudio, cumpliendo con los requisitos de solape longitudinal y transversal necesarios para la generación de modelos digitales del terreno y ortofotos georreferenciadas.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

2. Sistema GNSS de Alta Precisión para Levantamiento de Puntos de Control:

Como complemento terrestre al levantamiento aéreo, se utilizará un sistema GNSS diferencial de precisión geodésica, que permitirá determinar coordenadas exactas de puntos de control terrestre (GCPs). Estas coordenadas serán empleadas en el proceso de aerotriangulación para asegurar una correcta georreferenciación del ortomosaico generado.

El equipo GNSS contará con las siguientes características:

- Receptor con capacidad multiconstelación (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou).
- Registro de datos en tiempo real (RTK) o para postproceso (PPK), según disponibilidad de cobertura y estación base.
- Precisión centimétrica en coordenadas UTM y altura ortométrica referida al Nivel Medio del Mar (NMM).
- Integración con software profesional de procesamiento, como Leica Infinity o similar.

La sinergia entre estos dos sistemas permitirá generar productos cartográficos de alta precisión, tales como ortomosaicos, nubes de puntos, modelos digitales de elevación (MDE) y secciones transversales para análisis de dinámica costera.

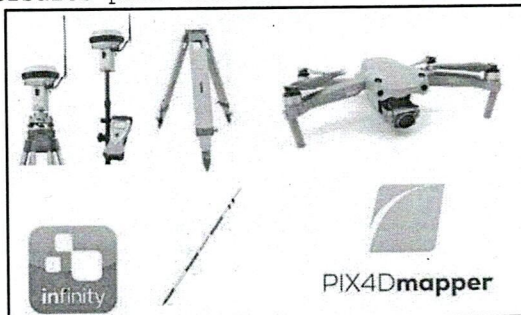


Figura 6: Equipo utilizado para los trabajos de vuelos de dron.

3.2.3 Metodología

La metodología contempla las siguientes etapas:

- a) Planificación del vuelo.
- Delimitación del área de estudio mediante sistemas de información geográfica (SIG) y ortofotos previas.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Diseño del plan de vuelo utilizando software especializado (p. ej., DJI Pilot, DroneDeploy o Pix4Dcapture), asegurando un solape longitudinal y transversal mínimo del 75% y una resolución GSD adecuada (<5 cm/píxel).
- Definición de la altitud de vuelo, velocidad, tipo de cámara, y condiciones ambientales ideales para minimizar distorsiones (sin lluvia, baja nubosidad, luz solar uniforme) no mayor a 100m.
- b) Establecimiento de puntos de control terrestre (GCPs).
 - Distribución estratégica de GCPs visibles desde el aire y cubriendo uniformemente el área de vuelo, asegurando que haya al menos 5 puntos bien distribuidos por zona.
 - Medición de coordenadas de los GCPs utilizando un sistema GNSS Leica en modo RTK o PPK, con referencia a una estación base ubicada sobre un punto de coordenadas conocidas y vinculado a la Red Geodésica Nacional.
 - Registro de coordenadas en formato UTM con alturas ortométricas referidas al Nivel Medio del Mar (NMM).
- c) Ejecución del vuelo.
 - Verificación previa del dron (DJI Air 2S o similar), calibración de sensores, batería y almacenamiento.
 - Realización del vuelo automatizado siguiendo el plan prediseñado, con registro continuo de imágenes en orientación nadiral (cenital).
 - Validación en campo de la calidad de las imágenes y visibilidad de los GCPs.
- d) Validación y entrega de productos.
 - Revisión de precisión posicional horizontal y vertical mediante comparación entre coordenadas GNSS y reproyección de los GCPs.
 - Entrega del ortomosaico en formato GeoTIFF, acompañado de archivos complementarios (.prj, .tfw) y metadatos.
 - Inclusión de informe técnico de control de calidad, plano índice y coordenadas de los GCPs utilizados.

3.2.4 Procesamiento.

Una vez ejecutado el levantamiento aéreo y capturada la información de campo (imágenes y puntos de control terrestre), se procede a la etapa de procesamiento de datos con el objetivo de generar productos geospaciales de alta precisión. Este proceso incluye las siguientes fases:

- a) Organización e importación de datos.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN

"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Clasificación de las imágenes capturadas por el UAV, verificando nitidez, iluminación uniforme y cobertura completa.
- Conversión o renombramiento de imágenes conforme a un esquema estructurado (fecha_zona_secuencia).
- Importación de imágenes en el software fotogramétrico seleccionado (Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, ContextCapture, entre otros).
- Carga de los puntos de control terrestre (GCPs) medidos con GNSS Leica, en formato compatible (.csv, .txt), incluyendo coordenadas UTM y altura ortométrica.

b) Aerotriangulación y ajuste de bloque.

- Detección automática de puntos de coincidencia entre imágenes (tie points) mediante algoritmos de correlación fotogramétrica.
- Ejecución del ajuste de bloque con incorporación de los GCPs, fijando o ponderando su influencia en el modelo.
- Corrección de distorsiones internas de cámara y calibración de parámetros fotográficos (longitud focal, centro óptico, distorsión radial).
- Evaluación del error residual en GCPs y puntos de chequeo para verificar precisión horizontal y vertical. Se espera un error inferior a ± 5 cm en XY y ± 10 cm en Z.

c) Generación de productos geoespaciales.

- Ortomosaico georreferenciado: ensamblado de imágenes corregidas geométricamente, ortorrectificadas mediante el modelo digital de superficie.
- Exportación de productos en formatos estándar de uso geoespacial (GeoTIFF).

3.2.5 Entregables

Se generarán dos ortomosaicos georreferenciados independientes, correspondientes a cada una de las áreas de estudio: Isla Aguada e Isla del Carmen. Estos productos serán elaborados a partir del procesamiento fotogramétrico de las imágenes captadas mediante UAV y ajustados con puntos de control terrestre GNSS, garantizando alta precisión posicional.

Los ortomosaicos serán incorporados en el informe técnico final como insumos visuales para el análisis comparativo de la morfología costera y los resultados del levantamiento. Asimismo, se entregarán en formato digital GeoTIFF, para facilitar su integración en sistemas de información geográfica (SIG) y análisis espaciales posteriores.

3.3 Levantamiento batimétrico.

3.3.1 Área de trabajo.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

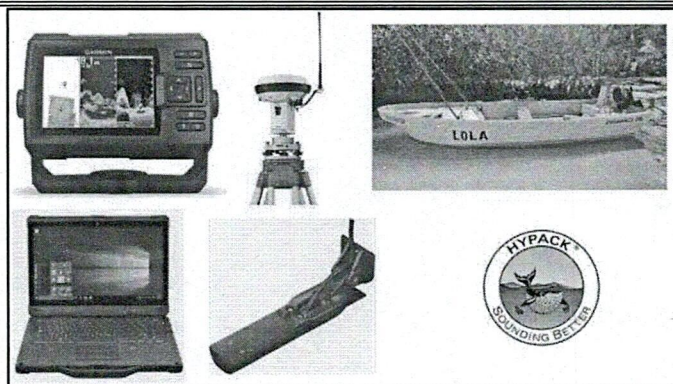


Figura 8: Equipo a utilizar.

3.3.3 Metodología.

El levantamiento batimétrico se realizará en el cuerpo de agua comprendido entre la costa sur de Isla Aguada y la costa norte de Isla del Carmen, mediante la adquisición de datos de profundidad utilizando ecosonda monohaz, integrando posicionamiento GNSS diferencial para asegurar precisión espacial. La metodología contempla las siguientes fases:

a) Planificación de transectos batimétricos.

- Se diseñará un conjunto de líneas de navegación (transectos) paralelos al eje de conexión entre ambas islas, en este caso se tomará como punto de partida los Puentes de la Unidad y de ahí se derivarán las líneas planificadas, distribuidas de forma regular con una separación de 200 metros entre cada línea.
- Las líneas se trazarán de costa a costa, cubriendo de manera continua la totalidad del canal, asegurando cobertura homogénea y representativa de las condiciones batimétricas del área de estudio.
- La planificación será realizada en gabinete mediante software SIG (QGIS, ArcGIS, GPX u otro), generando un archivo de navegación compatible con el sistema embarcado.

b) Preparación y configuración del sistema.

- Instalación del sistema batimétrico en una embarcación menor, compuesta por:
 - Ecosonda monohaz Garmin, calibrada previamente para profundidad y frecuencia.
 - Computadora de uso rudo para adquisición y visualización de datos en tiempo real.
 - Receptor GNSS diferencial (Leica u otro equipo geodésico), operando en modo RTK o PPK.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Verificación de la sincronización entre la ecosonda y el sistema GNSS para asegurar la correcta asociación entre cada medición de profundidad y su correspondiente coordenada geográfica.
- c) Ejecución del levantamiento en campo.
- La embarcación navegará sobre cada transecto planificado con precisión de posicionamiento mejor a ± 5 metros, guiada mediante software de navegación embarcado.
- La velocidad de desplazamiento será controlada, manteniéndose por debajo de 7 km/h (aprox. 3.8 nudos), para asegurar una densidad adecuada de puntos medidos y minimizar distorsiones en la señal acústica.
- Se implementará registro continuo de datos, monitoreando en tiempo real la calidad de la señal de la ecosonda (fondo detectado, intensidad del retorno, ruido) y la solución GNSS (fijada, flotante, diferencial).
- El operador validará visualmente la cobertura y repetirá recorridos en caso de desviaciones significativas respecto a la ruta planificada.

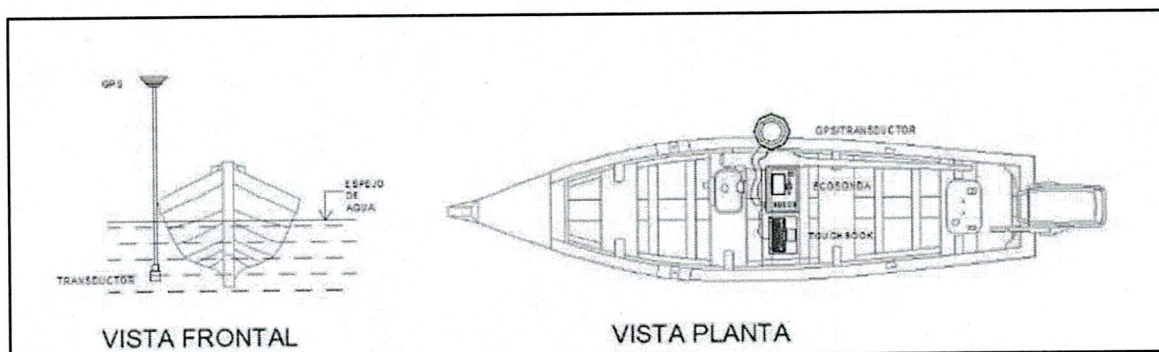


Figura 9: Esquema de distribución del equipo a utilizar.

3.3.4 Procesamiento de datos.

Una vez concluido el levantamiento en campo, se procederá al procesamiento de los datos adquiridos, con el objetivo de generar productos batimétricos precisos y validados. Esta etapa se desarrollará en gabinete mediante herramientas especializadas para tratamiento de datos hidrográficos y geoespaciales. El proceso se dividirá en las siguientes fases:

a) Transferencia y organización de datos.

- Descarga de los archivos registrados por la ecosonda (profundidades crudas) y los registros GNSS (posicionamiento en tiempo real o para postproceso).



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Verificación de integridad, formato y sincronización temporal entre los datos de profundidad y las coordenadas GNSS.
- Clasificación de los archivos por fecha, sector y transecto, garantizando trazabilidad y respaldo.

b) Tratamiento de datos de profundidad.

- Filtrado de valores anómalos o espurios en la señal batimétrica (picos, ecos múltiples, fondo no detectado).
- Corrección por offset del transductor (profundidad de montaje) y ajuste de constantes acústicas, si aplica.
- Aplicación de correcciones por nivel de marea, si el estudio requiere profundidades referidas a datum hidrográfico local o NMM.
- Verificación visual de perfiles de profundidad por transecto, validando continuidad y consistencia con la morfología esperada.

c) Integración y generación de productos.

- Fusión de coordenadas georreferenciadas con datos de profundidad para obtener puntos XYZ distribuidos a lo largo de cada línea batimétrica.
- Generación de una nube de puntos batimétrica y, mediante interpolación espacial, creación de un modelo digital de fondo (Bathymetric DEM).
- Exportación de productos en formatos estándar: .XYZ, .CSV, para integración SIG.

3.3.5 Entregables.

Una vez procesada la nube de puntos georreferenciada resultante del levantamiento batimétrico, se procederá a la elaboración de los productos cartográficos finales, consistentes en planos temáticos que representen la morfología submarina del área de estudio.

Mediante técnicas de interpolación espacial (IDW, Kriging o TIN), se generará un modelo digital del fondo marino (Bathymetric DEM) a partir del cual se extraerán curvas batimétricas de nivel. Estas curvas representarán líneas de igual profundidad y permitirán una interpretación clara de la topografía sumergida.

- Las curvas de nivel se trazarán con una equidistancia de 0.50 metros o 1 metro, dependiendo de la variabilidad del relieve submarino y del nivel de detalle requerido para una adecuada representación gráfica.
- Cada plano incluirá una vista en planta del área de trabajo, con la delimitación precisa de los transectos batimétricos recorridos y las curvas batimétricas sobrepuestas.

Para facilitar la interpretación visual de los datos, los planos incluirán los siguientes elementos gráficos:



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Escala gráfica de profundidad, representada mediante paleta de colores secuencial (gradiente), que facilite la lectura rápida de zonas someras y profundas.
- Sistema de coordenadas UTM y rejilla geográfica.
- Referencias altimétricas referidas al Nivel Medio del Mar (NMM).
- Simbología técnica y leyenda correspondiente, conforme a normas cartográficas.

Los productos finales serán presentados en formato digital y listos para impresión, asegurando su compatibilidad con plataformas SIG para análisis y planificación costera.

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

3.4.1 Área de trabajo.

Con la finalidad de seguir la misma metodología de los estudios pasados, se realizarán muestreos de corrientes en tres puntos preestablecidos con anterioridad como se muestra en la siguiente figura:

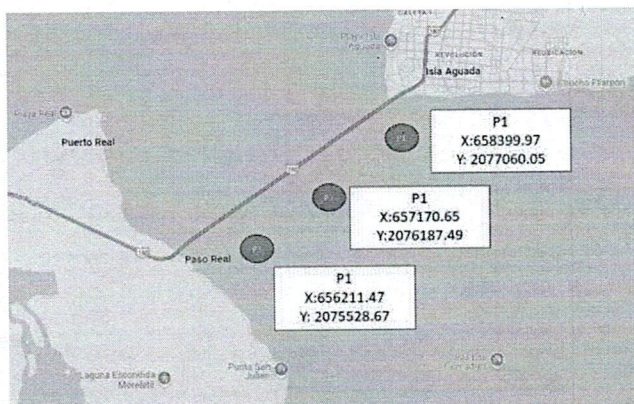


Figura 10: Ubicación de los puntos a estudiar.

3.4.2 Equipos a utilizar.

El trabajo se realizará mediante el equipo Aquadopp de la marca Nortek.

Este instrumento cuenta con un alcance de perfilado de hasta 40 metros en su versión de 600 kHz. La resolución vertical es ajustable mediante celdas de medición programables con tamaños que van desde 0.5 hasta 8 metros, permitiendo configurar hasta 200 capas de muestreo por perfil. Esta capacidad lo convierte en una herramienta adecuada para obtener representaciones detalladas del perfil vertical de corrientes, desde la superficie hasta el fondo, especialmente en ambientes de plataforma continental y zonas de transición litoral.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

En cuanto a la precisión de las mediciones, el Aquadopp ofrece una exactitud de $\pm 1\%$ del valor medido $\pm 0.5 \text{ cm/s}$, con una precisión horizontal típica cercana a 1 cm/s . Su frecuencia de muestreo estándar permite la salida de un perfil por segundo (1Hz), facilitando análisis de alta resolución temporal en estudios oceanográficos o ambientales.

Respecto al registro y tratamiento de datos, el sistema cuenta con una capacidad de almacenamiento interno de hasta 16GB mediante tarjeta SD, lo que garantiza amplios periodos de registro continuo. La configuración del instrumento, así como la descarga de datos, se realiza a través del software Nortek Deployment, con posibilidad de integración personalizada mediante comandos ASCII o ActiveX para proyectos más complejos o automatizados.

Entre sus ventajas operativas destaca su desempeño confiable en entornos de alta turbidez, donde las condiciones no afectan significativamente la calidad de las mediciones gracias a su robustez acústica. Puede operar tanto en modo estacionario como en despliegues móviles. Además, de forma opcional, permite integrar la medición de oleaje (método PUV) intercalada con los perfiles de corriente, siempre que se disponga de la capacidad de almacenamiento y alimentación adecuada.

Los siguientes componentes complementarios para la ejecución del trabajo:

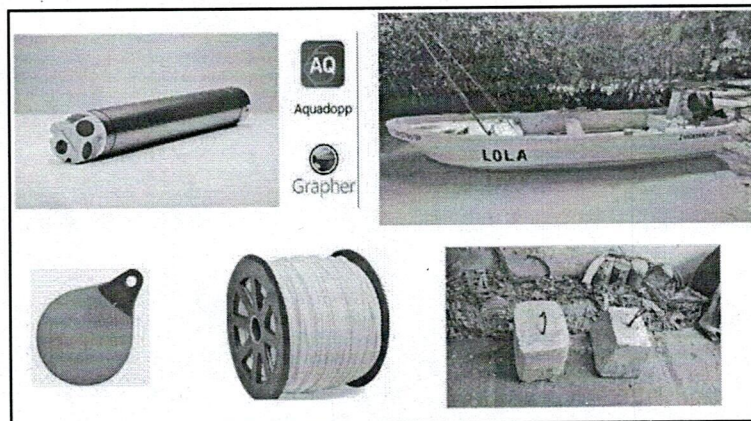


Figura 11: Equipo utilizados.

3.4.3 Metodología.

- a) Planificación y localización de puntos de muestreo.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Se definirán las coordenadas geográficas de los sitios de medición, distribuidos estratégicamente en el área de estudio.
- Estas ubicaciones se cargarán en un GPS embarcado para navegación precisa hacia cada punto.
- La selección de horarios se hará en función de las tablas de mareas locales, para asegurar la captura completa de al menos un ciclo de marea semidiurna.
- b) Preparación y configuración del Aquadopp.
 - Se programará el perfilador Aquadopp mediante el software Nortek Deployment, definiendo:
 - o Frecuencia de muestreo.
 - o Altura de celdas (dependiendo de la profundidad local).
 - o Duración total de registro, sincronizada con el ciclo de marea.
 - Se verificará el estado de la batería interna, capacidad de almacenamiento y calibración de sensores.
- c) Despliegue en sitio.
 - La embarcación navegará hacia el punto de muestreo con apoyo del GPS.
 - Una vez alcanzada la posición objetivo, se procederá al fondeo vertical del equipo Aquadopp mediante el siguiente sistema:
 - o Peso muerto (bloque o ancla) para mantener la posición del sensor en el fondo.
 - o Cuerda de seguridad de alta resistencia, unida al instrumento y al lastre.
 - o Boyas superficiales de marcación y recuperación, aseguradas con cabos flotantes, para identificar la ubicación exacta y facilitar la extracción.
 - o Opcionalmente, se podrá usar un segundo cabo con sistema de recuperación o liberación acústica en despliegues prolongados.
 - El equipo será liberado cuidadosamente para mantener una posición vertical estable, minimizando el efecto del arrastre de corriente o del oleaje superficial.
- d) Periodo de registro.
 - El Aquadopp quedará en operación continua durante el periodo establecido, registrando perfiles de corriente desde el fondo hasta la superficie.
 - El tiempo mínimo recomendado será de 12 horas para cubrir un ciclo completo de marea llenante y vaciante, con posibilidad de extender el periodo para análisis estadísticos o modelado de corrientes residuales.
 - La embarcación se mantendrá en posición cercana o se retirará según el tipo de despliegue y condiciones de seguridad.
- e) Recuperación del equipo y respaldo de datos.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Finalizado el periodo de medición, se procederá a la recuperación del perfilador mediante las boyas de superficie.
- Se desmontará el sistema, se limpiará el equipo y se extraerán los datos mediante conexión al software de procesamiento.
- Los datos serán almacenados en respaldo seguro y preparados para procesamiento posterior.

3.4.4 Procesamiento de datos.

Los datos recolectados mediante el perfilador de corrientes deberán ser procesados utilizando el software específico del fabricante (por ejemplo, Nortek Studio o Deployment Software en el caso del Aquadopp), o mediante plataformas especializadas capaces de gestionar y analizar series temporales tridimensionales de corrientes. El procesamiento incluirá la organización de la matriz de datos crudos, correspondiente a la velocidad del flujo en los tres ejes (u, v, w) a lo largo de la columna de agua, junto con los metadatos ambientales (profundidad, temperatura, orientación).

Posteriormente, se aplicarán las correcciones necesarias (orientación magnética, inclinación del instrumento, calidad de señal), y se calcularán los vectores de velocidad horizontal total y dirección angular de la corriente en cada celda de medición.

3.4.5 Entregables.

El presente estudio contempla la elaboración de un informe técnico integral sobre la medición de corrientes marinas, abarcando todas las fases del trabajo: desde la planificación y adquisición de datos en campo, hasta el procesamiento y análisis detallado de los resultados. El documento incluirá la descripción técnica de los instrumentos utilizados –específicamente el correntímetro Doppler tipo Aquadopp–, su configuración operativa, parámetros de muestreo (frecuencia, profundidad, duración del registro) y condiciones ambientales durante las campañas.

Los resultados serán presentados mediante rosas de corriente y series temporales de velocidad y dirección, lo cual permitirá caracterizar el comportamiento hidrodinámico en cada punto de monitoreo. Además, se integrarán tablas resumen con valores estadísticos (medias, máximos y mínimos), facilitando la interpretación cuantitativa de la dinámica del flujo.

3.5 Análisis de clima marítimo y mareas, en condiciones normales y extrémas.

3.5.1 Base histórica de datos.

Para la caracterización de las condiciones oceánicas en la zona de estudio, se deberá llevar a cabo un análisis combinado de clima marítimo (oleaje) y marea astronómica, utilizando para ello bases de datos confiables, de largo plazo y con adecuada resolución temporal.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

En cuanto al oleaje, se utilizará una base de datos histórica con una cobertura mínima de 30 años y una resolución temporal de al menos 3 horas, preferentemente generada mediante modelos numéricos forzados por campos de viento globales. Esta base debe incluir tanto condiciones medias como eventos extremos, lo cual permitirá realizar un análisis estadístico robusto, diferenciando entre condiciones de calma y situaciones extremas. A partir de esta información se podrán construir histogramas, distribuciones de frecuencia conjunta (Hs-Tp) y parámetros de diseño para ingeniería costera.

Para el componente mareal, se empleará una base de datos de marea astronómica con al menos 10 años de registro continuo, proveniente de modelos globales o bases de datos regionales ajustadas a la zona de interés. Complementariamente, se ejecutarán mediciones in situ del nivel del mar mediante sensores de presión, los cuales deberán ser instalados y registrados con precisión topográfica. Específicamente, será necesario referenciar la posición horizontal (coordenadas XY) y vertical (cota Z) del sensor a un sistema geodésico conocido, a fin de vincular los niveles registrados al Nivel Medio del Mar (NMM) u otro datum vertical oficial.

Esta información conjunta será fundamental para definir los forzamientos hidrodinámicos locales, servir de entrada para modelos numéricos de propagación de oleaje o circulación, y apoyar en el diseño de obras marítimas, estudios de impacto ambiental o análisis de vulnerabilidad costera.

3.5.2 Equipos.

Se contempla la instalación de un sensor de presión submarino, con el objetivo de registrar en forma continua los niveles de marea en el sitio de estudio. Esta información será fundamental para caracterizar el comportamiento hidrodinámico local, evaluar la amplitud y periodicidad de los ciclos mareales y, eventualmente, para su integración en análisis armónicos y validación de modelos numéricos.

El equipo seleccionado deberá estar diseñado para operaciones prolongadas en ambientes marinos, siendo capaz de funcionar a profundidades de hasta 4 metros sin pérdida de precisión ni deterioro estructural. Por tanto, se requerirá que esté fabricado con materiales de alta resistencia a la corrosión marina, tales como titanio grado marino, acero inoxidable de alta aleación o polímeros técnicos con propiedades antiincrustantes y tolerancia química al agua salina. Asimismo, el sensor debe incluir un sistema de adquisición autónomo con unidad de almacenamiento interno de suficiente capacidad para registrar datos a una frecuencia de muestreo de 10 minutos durante un periodo mínimo de 30 días continuos, permitiendo cubrir múltiples ciclos mareales, incluyendo mareas vivas y muertas.

Durante el periodo de despliegue, el sensor registrará la presión hidrostática total, la cual será posteriormente convertida en niveles de columna de agua mediante correcciones de densidad (salinidad y temperatura), y referenciada a un datum vertical conocido, generalmente el Nivel Medio del Mar (NMM). Para ello, será imprescindible



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

medir con precisión la posición horizontal (coordenadas UTM) y la cota vertical (Z) del sensor, referida a la red geodésica nacional mediante GNSS geodésico o nivelación.

3.5.3 Metodología.

El análisis de clima marítimo y régimen de mareas se desarrollará a partir de la integración de información histórica, modelación numérica y mediciones in situ, con el objetivo de caracterizar las condiciones oceánicas dominantes y los escenarios extremos que afectan a la zona de estudio.

Para el componente de oleaje, se empleará una base de datos climatológica con una cobertura mínima de 30 años y resolución temporal no menor a 3 horas, forzada por campos de viento que incluyan tanto eventos ordinarios como fenómenos extremos (nortes, ciclones, tormentas). A partir de estos datos se generarán series estadísticas, histogramas y análisis de frecuencia que permitan distinguir entre condiciones medias y eventos de diseño.

En cuanto al componente de marea, se utilizarán datos de marea astronómica de al menos 10 años de duración, complementados con registros locales mediante sensores de presión. Estos datos se referenciarán a un datum vertical geodésico, permitiendo realizar análisis armónicos para la identificación de constituyentes principales y la estimación de mareas máximas y mínimas.

El análisis combinado permitirá establecer los forzamientos hidrodinámicos característicos del área, diferenciando entre el comportamiento habitual del medio marino y las condiciones extremas que pudieran incidir en el diseño de obras, la evaluación de riesgos o la planificación costera.

3.5.4 Procesamiento de datos.

El procesamiento de los datos oceanográficos, específicamente los correspondientes al oleaje y a la marea, se llevará a cabo mediante entornos de programación científica como MATLAB, Python, los cuales ofrecen una amplia gama de bibliotecas y herramientas estadísticas que permiten gestionar, transformar y analizar grandes volúmenes de información temporal con alta precisión.

En el caso del oleaje, una vez extraídos los datos brutos desde las bases originales (ya sean reanálisis, boyas históricas o modelos numéricos), se ejecutará un proceso de depuración de la serie temporal, eliminando vacíos, valores anómalos y duplicados, con el fin de obtener una base de datos confiable y utilizable para análisis cuantitativo. Las variables consideradas en este análisis incluirán: altura significativa de ola (Hs), dirección media del oleaje (Dir) y período de pico (Tp).

Posteriormente, los datos serán segmentados estacionalmente en primavera, verano, otoño e invierno, con el propósito de identificar la variabilidad interanual del clima marítimo. Para cada estación se aplicará un análisis estadístico descriptivo, que



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

incluirlá medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y medidas de dispersión (desviación estándar, rango, percentiles y cuartiles). Estos indicadores permitirán caracterizar la magnitud y comportamiento del oleaje en cada periodo del año.

Además, se generarán visualizaciones gráficas, tales como histogramas, diagramas de caja (boxplots) y gráficas de densidad, con el objetivo de representar visualmente la distribución de los datos, identificar patrones dominantes y detectar posibles eventos extremos. Esta visualización facilitará la interpretación de las diferencias significativas entre estaciones y contribuirá a la construcción de escenarios realistas para modelado posterior.

En cuanto al componente mareal, los datos medidos (provenientes de sensores de presión u otros registros) serán también sometidos a un proceso de limpieza inicial, eliminando picos espurios y ajustando la línea base según datum vertical conocido. Una vez depurada la serie, se aplicará una Transformada Rápida de Fourier (FFT) con el fin de identificar las componentes armónicas dominantes del régimen mareal, como M2, S2, K1 y O1, que describen las principales oscilaciones astronómicas. Este análisis será complementado con la comparación de resultados obtenidos a partir de modelos globales, como la base de datos TPXO (Tidal Prediction using TOPEX/POSEIDON data).

Los datos procesados serán representados gráficamente en escalas semanales o mensuales, lo que permitirá observar el comportamiento de la marea frente a condiciones normales y su respuesta ante eventos extremos, como tormentas o marejadas ciclónicas. Esta representación facilitará la detección de anomalías y la validación cruzada con otros parámetros físicos medidos en la zona.

Finalmente, tanto los datos estadísticos de oleaje como los componentes armónicos de marea serán utilizados como condiciones de borde e información de entrada para la ejecución de modelos numéricos hidrodinámicos, con el propósito de simular el comportamiento de las corrientes marinas en la bocana de la zona de estudio. Estos resultados serán fundamentales para estudios de transporte de sedimentos, diseño de infraestructura costera y planificación ambiental.

3.5.5 Entregables.

Tras la ejecución de las etapas de depuración, validación y análisis estadístico de las series temporales de oleaje y marea, se procederá a la redacción de un informe técnico integral, el cual documentará de forma rigurosa la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Este documento contendrá, como mínimo, los siguientes apartados fundamentales:

- Serie temporal procesada del oleaje, con los registros corregidos y normalizados, adecuados para su análisis y aplicación en modelado posterior.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Análisis estadístico detallado de las variables de oleaje (altura significativa, período y dirección), acompañado de una interpretación de los patrones dominantes, tanto en condiciones normales como extremas.
- Registros mareográficos, integrando datos observados (medidos mediante sensores de presión o estaciones mareográficas) y datos generados mediante modelación astronómica.
- Análisis armónico de la marea, con la identificación de los constituyentes principales (M2, S2, K1, O1, entre otros), caracterizando su amplitud, fase y relevancia en el régimen local.

El informe será acompañado de un conjunto de representaciones gráficas que facilitarán la visualización de las variaciones temporales, tendencias estacionales y eventos extremos detectados durante el periodo de análisis.

Adicionalmente, todos los conjuntos de datos utilizados y generados serán entregados en formatos digitales estandarizados (.csv y .mat), compatibles con plataformas de análisis numérico y entornos de visualización científica como MATLAB, Python o R. Esta entrega garantizará la trazabilidad de los resultados, su interpretación por terceros y su posible reutilización en fases posteriores del proyecto, como modelación numérica o validación de escenarios costeros.

3.6 Análisis de evolución de línea de costa y comparativa de perfiles de terreno.

Se llevará a cabo una comparativa y análisis de la evolución de la línea de costa con base en los datos adquiridos en la campaña de 2025, así como también los datos históricos recabados en campañas anteriores.

3.6.1 Metodología.

Tiene como objetivo principal la evaluación y comparación de la evolución temporal de la línea de costa y los perfiles del terreno, a partir de la integración de datos históricos, imágenes aéreas y mediciones topobatemétricas de campañas anteriores y actuales. El proceso se desarrolla mediante una combinación de técnicas de teledetección, procesamiento digital de imágenes, análisis geoespacial y modelación de terreno. La metodología comprende las siguientes fases clave:

a) Adquisición de información previa.

Se recopilará toda la información existente de campañas anteriores, incluyendo topografía terrestre, batimetría somera y vuelos con dron, con el objetivo de construir una base comparativa y establecer condiciones iniciales del litoral en diferentes fechas de monitoreo.

b) Preprocesamiento de imágenes.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

Las imágenes aéreas adquiridas mediante VANT (dron) serán sometidas a un proceso de pretratamiento digital, eliminando elementos indeseados como ruido visual, distorsión de perspectiva, cobertura nubosa parcial y variaciones de iluminación. Se aplicarán correcciones de brillo, contraste y geometría para mejorar la calidad de los insumos antes del análisis automatizado.

c) Extracción automatizada de la línea de costa.

Mediante el uso de software especializado como CoastSat (basado en Python y visión por computadora), se aplicarán algoritmos de detección automática para extraer la posición de la línea de costa visible en las imágenes preprocesadas. Estos algoritmos segmentan la interfaz tierra-mar, generando trazos vectoriales que representan con precisión la ubicación costera al momento del vuelo.

d) Georreferenciación.

Las líneas de costa extraídas serán georreferenciadas utilizando metadatos de vuelo, información de proyección cartográfica y coordenadas obtenidas con GNSS. Este proceso vincula cada línea con su posición geográfica real, garantizando su compatibilidad con otros datos geoespaciales.

e) Corrección por efecto mareal.

Con el fin de normalizar la posición de la línea de costa a un nivel de referencia común, se aplicarán correcciones por nivel de marea basadas en registros mareográficos o modelación astronómica. Esta etapa ajusta las líneas extraídas para que representen una posición costera estandarizada, libre del efecto inmediato de la marea.

f) Almacenamiento de datos georreferenciados.

Las líneas de costa procesadas y corregidas se almacenarán en una base de datos espacial estructurada, lo cual permitirá su consulta, análisis temporal y vinculación con otras variables físicas y cartográficas del sistema litoral.

g) Procesamiento de datos de terreno.

Con base en los levantamientos topográficos y batimétricos históricos y actuales, se generarán secciones transversales del terreno (perfiles topobatimétricos). Estas secciones representarán el cambio morfológico desde la duna hasta la zona sumergida, permitiendo analizar la evolución vertical y horizontal del perfil costero.

h) Elaboración de productos cartográficos.

Finalmente, se generarán mapas comparativos que integren la información procesada. Estos incluirán:



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- Mapas en planta con la superposición de líneas de costa multitemporales,
- Gráficas de perfiles de terreno históricos y actuales,
- Indicadores de erosión/acreción litoral;
- Y visualizaciones integradas que permitan evaluar tendencias de retroceso o avance del litoral.

Este enfoque metodológico permite realizar un análisis sistemático y georreferenciado de la dinámica costera, facilitando la toma de decisiones en proyectos de monitoreo ambiental, gestión costera, planificación territorial o evaluación de riesgos asociados a la erosión litoral.

3.6.2 Procesamiento de datos.

3.6.2.1 Comparativa de líneas de costa.

El análisis de la evolución de la línea de costa constituye una herramienta fundamental para la evaluación de la dinámica litoral, los procesos de erosión y acreción, y la gestión sostenible del borde costero. En este estudio, una vez completado el proceso de digitalización y georreferenciación de las líneas de costa históricas y actuales, se procederá a su comparación mediante herramientas especializadas de análisis espacial.

El conjunto de líneas de costa será utilizado como insumo principal para la herramienta DSAS (Digital Shoreline Analysis System), un módulo de análisis desarrollado por el U.S. Geological Survey (USGS) y compatible con plataformas GIS como ArcGIS. Alternativamente, podrán emplearse herramientas equivalentes en entornos de código abierto como QGIS, o soluciones personalizadas en Python con bibliotecas geoespaciales (p. ej., pyDSAS o Shoreline Change Toolbox).

El proceso se estructura en las siguientes fases técnicas:

a) Preparación de datos de entrada.

Las líneas de costa digitalizadas deben estar georreferenciadas con precisión, uniformadas en sistema de coordenadas y almacenadas como archivos vectoriales tipo polilínea (shapefile). Se debe asignar a cada línea una fecha exacta o intervalo temporal correspondiente.

b) Generación de transectos de análisis.

DSAS permite generar automáticamente una red de transectos ortogonales a lo largo de una línea base fija (baseline), espaciados regularmente (por ejemplo, cada 10 o 25 metros). Estos transectos servirán como ejes de comparación entre líneas de diferentes épocas.

c) Cálculo de indicadores de evolución costera.

A través del análisis multitemporal, DSAS calcula métricas clave, entre ellas:



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

- EPR (End Point Rate): tasa lineal de cambio entre dos fechas extremas.
- LRR (Linear Regression Rate): tendencia de cambio basada en regresión lineal sobre múltiples líneas de costa.
- NSM (Net Shoreline Movement): desplazamiento neto entre fechas.
- ST (Shoreline Change Envelope): rango de variación total entre las posiciones extremas. Estos indicadores permiten cuantificar con precisión la tasa de erosión o acreción para cada transecto, expresada en unidades de metros por año.

d) Generación de productos espaciales y estadísticas.

DSAS produce salidas gráficas y estadísticas que incluyen mapas temáticos con simbología de tasas de cambio, gráficas por transecto, histogramas de distribución y tablas resumen. Estos productos pueden ser integrados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su interpretación espacial.

e) Construcción de base de datos histórica.

Los resultados del análisis serán sistematizados en una base de datos que contendrá la evolución temporal por cada punto de medición. Esta base será esencial como entrada para modelos numéricos de simulación costera, escenarios de vulnerabilidad y predicción de retroceso costero ante eventos climáticos o variaciones del nivel del mar.

Este enfoque analítico proporciona un marco cuantitativo y espacialmente explícito para evaluar la evolución de la línea de costa en la zona de estudio, facilitando la toma de decisiones informadas en planificación territorial, ingeniería costera, gestión ambiental y estudios de resiliencia ante el cambio climático.

3.6.3 Comparativa de línea de costa (perfiles).

Para el análisis de la evolución morfológica en la franja litoral, se llevará a cabo una comparación sistemática de los perfiles transversales de playa obtenidos en distintas campañas de monitoreo. Las secciones topográficas y batimétricas serán procesadas y representadas mediante software de diseño asistido por computadora (CAD), que permitirá una visualización precisa y detallada de las variaciones del relieve costero.

Las secciones correspondientes a cada fecha de levantamiento serán sobrepuestas en un mismo sistema de referencia horizontal y vertical, lo cual facilitará la comparación directa entre diferentes campañas. Esta superposición permitirá identificar cambios en la altura de las dunas, la inclinación de la pendiente de playa, y el avance o retroceso del límite costero, proporcionando evidencia gráfica de los procesos de erosión o acreción.

3.6.4 Entregables.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

Para documentar y presentar estos resultados para los perfiles de playa, se elaborarán planos técnicos de secciones transversales del terreno, en los cuales se representarán las fechas de levantamientos en un mismo perfil. Estos planos incluirán cotas altimétricas, escalas gráficas, referencias geodésicas y simbología técnica.

De igual manera, para las líneas de costa, se elaborarán los planos correspondientes con las características antes mencionadas, mismos que serán anexados al informe técnico que explique los resultados obtenidos.

3.7 Informes finales.

Como parte del cumplimiento del cronograma establecido, se contempla la generación de una serie de **documentos técnicos** que consolidarán los resultados obtenidos durante las distintas etapas del proyecto. En primera instancia, se elaborará un **informe intermedio**, que integrará y documentará de manera detallada los resultados correspondientes a los **Monitoreos 1 y 2**, incluyendo los análisis topobatimétricos, la evolución de la línea de costa, los registros de corrientes y nivel del mar, así como las representaciones cartográficas asociadas.

Posteriormente, y conforme al calendario de actividades, se desarrollará el **informe final integral**, el cual constituirá el principal entregable técnico del proyecto. Este documento incorporará de forma estructurada y comparativa los resultados obtenidos en los **Monitoreos 1, 2 y 3**, permitiendo una evaluación completa de la evolución temporal de las variables costeras estudiadas. Asimismo, el informe final incluirá anexos con los productos digitales generados (ortomosaicos, perfiles, datos procesados), gráficos, mapas temáticos, tablas estadísticas y conclusiones técnicas relevantes para la interpretación de la dinámica costera de la zona de estudio.

Cronograma:





GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

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		24 jul-25	31 jul-25	7 ago-25	14 ago-25	21 ago-25	28 ago-25	4 sep-25	11 sep-25	18 sep-25	25 sep-25	2 oct-25	9 oct-25	16 oct-25	23 oct-25	30 oct-25	6 nov-25	13 nov-25	20 nov-25	27 nov-25	4 dic-25	11 dic-25	18 dic-25	25 dic-25
Primera campaña	Trabajos de campo																							
	Monitoreo topográfico de la línea de costa																							
	Monitoreo batimétrico de la Bocana de Puerto Real																							
	Medición de corrientes																							
Primera campaña	Trabajos de gabinete																							
	Procesamiento e interpretación de información recopilada en campo																							
	Monitoreo topográfico de la línea de costa																							
	Monitoreo batimétrico de la Bocana de Puerto Real																							
Primera campaña	Trabajos de campo																							
	Monitoreo topográfico de la línea de costa																							
	Monitoreo batimétrico de la Bocana de Puerto Real																							
	Medición de corrientes																							
Primera campaña	Trabajos de gabinete																							
	Procesamiento e interpretación de información recopilada en campo																							
	Entrega del informe integral de resultados de los monitores 1 y 2																							
	Entrega del informe integral de resultados de los monitores 1, 2 y 3																							

Esquema estructural.



GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE
PROGRAMAS AMBIENTALES EN MATERIA FORESTAL, SILVESTRE Y DE IMPACTO AMBIENTAL EN LAS
ZONAS ALEDAÑAS AL PUENTE LA UNIDAD
FIDEICOMISO IRREVOCABLE DE INVERSIÓN, ADMINISTRACIÓN Y FUENTE DE PAGO N° 3089
EJERCICIO FISCAL 2025

ACTA DE ENTREGA-RECEPCIÓN
"PRESTACIÓN DE SERVICIO DE ESTUDIO DE MONITOREO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUJOS
HIDROLÓGICOS, TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y LA EROSIÓN COSTERA EN LA BOCANA DE PUERTO REAL"

ACTA No. SAFIN-0830/2025

