

BATIMETRÍAS PERIÓDICAS EN LA PLAYA DE LA PUNTA DE ROSES (PRIMAVERA 2022)

INFORME DE CAMPO

P O R T **R** O S E S



HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO

Cliente	Port de Roses				
Proyecto	2022.106 GF Roses MP PORT DE ROSES SA				
Tipo	Informe de campo				
Escrito por	JAE	Fecha: 25/04/2022			
Revisado por	RS/AD	Fecha: 25/04/2022			
Aprobado por	RC	Fecha: 25/04/2022			
Contacto	<p>GEOCIENCIAS Y EXPLORACIONES MARÍTIMAS</p> <p>AVDA. Cerdanyola, Num. 79, Planta 4 Oficina 8 - 08172 Sant Cugat (Barcelona). Spain.</p> <p>TELF: +34 936 22 70 07</p> 				
Historial de revisiones	Revision	Escrito por	Revisado por	Aprobado por	Fecha
	R0	JAE	RS/AD	RC	25/04/2022

Firmas: JAE: Juan A. Espliego; RC: Rafael del Castillo; RS: Rubén Sánchez; AD: Amadeu Deu

USO DEL INFORME

Este informe se ha elaborado en línea con los requisitos y objetivos del ámbito de trabajo y los términos contractuales entre Geociencias y Exploraciones Marítimas S.L (en adelante GEM) y el Puerto de Roses.

Este informe se produce exclusivamente para el beneficio del puerto de Roses. No se acepta ninguna responsabilidad por el uso de su contenido por terceras partes, a menos que esté específicamente acordado por escrito.

Dentro de las limitaciones establecidas, este informe se refiere a las condiciones del emplazamiento en el momento de la investigación. No se puede garantizar la continuidad de éstas en caso de cambios futuros en las condiciones del lugar.

Los resultados son con base en la interpretación de los datos por especialistas. Todas las interpretaciones y conclusiones contenidas aquí se basan en los datos recopilados como parte de la investigación, otros datos proporcionados por el cliente y/o disponibles dentro del dominio público.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS	6
1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	6
1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS	7
2. VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA	9
2.1 RESUMEN DE OPERACIONES.....	9
2.2 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.....	10
2.3 MEDIOS.....	10
2.4 EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS	11
SOFTWARE	12
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	13
3.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO	13
3.2 ECOSONDA MULTHAZ	16
4. PROCESADO DE DATOS	19
5. RESULTADOS	20
6. ENTREGABLES	26

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS	5
TABLA 2 EMPRESAS INVOLUCRADAS	6
TABLA 3 PERSONAL DE OFICINA Y DE CAMPO DESTINADO AL PROYECTO	10
TABLA 4 EQUIPOS DE ADQUISICIÓN	11
TABLA 5 VERIFICACIÓN CLAVO ICGC	14
TABLA 6 COMPARACIÓN JAVAD VS SOFTWARE DE NAVEGACIÓN	15
TABLA 7 COORDENADAS ESTRUCTURAS	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 SITUACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.	7
FIGURA 2 LÍNEAS DE ADQUISICIÓN REALIZADAS.....	8
FIGURA 3 SOPORTE UTILIZADO PARA LA FIJACIÓN DE LA ECOSONDA.	9
FIGURA 4 MONTAJE DE LA MBES EN LA EMBARCACIÓN.	10
FIGURA 5 EMBARCACIÓN UTILIZADA	11
FIGURA 6 FICHA DEL CLAVO TOPOGRÁFICO UTILIZADO PARA LA VERIFICACIÓN	13
FIGURA 7 RECEPTOR GNSS JAVAD TRIUMPH 1M SOBRE EL CLAVO TOPOGRÁFICO DEL ICGC	14
FIGURA 8 ANTENA DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN (IZQUIERDA) Y JAVAD (DERECHA)	15
FIGURA 9 PRECISIONES ALCANZADAS	16
FIGURA 10 COMPONENTES ECOSONDA NORBIT	17
FIGURA 11 BATIMETRÍA E ISOBATAS	20
FIGURA 12 PERFIL 1	21
FIGURA 13 PERFIL 2	21
FIGURA 14 PERFIL 3	22
FIGURA 15 DETALLE DE LAS VAGUADAS EN EL MAPA DE PENDIENTES (ARRIBA) Y EN EL MAPA BATIMÉTRICO (ABAJO).....	23
FIGURA 16 DETALLE DE ESTRUCTURA CÚBICA EN EL MAPA DE PENDIENTES.	24
FIGURA 17 PERFIL SOBRE UNA DE LAS ESTRUCTURAS CÚBICAS.	25

ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

Tabla 1 Abreviaciones y acrónimos

Abreviación/Acrónimo	Significado
GEM	Geociencias y Exploraciones Marítimas
GPS	Global Positioning System
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS	World Geodesic System
RTK	Real Time Kinematic
MBES	Multi Beam Echosounder
IMU	Inertial motion system
GAMS	GNSS Azimuth Measurement Subsystem
COR	Center of Rotation
GNSS	Global Navigation satellite System

1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa GEM ha sido contratada por el puerto de Roses para la ejecución de una campaña batimétrica en la playa de la Punta, al norte del puerto de Roses. Los trabajos de campo comenzaron el día 6 de abril de 2022 con el montaje de los equipos en la embarcación. Ese mismo día se realizaron las calibraciones de posicionamiento necesarias. Durante la mañana del 7 de abril de 2022 se adquirieron los datos batimétricos mediante una sonda multihaz modelo Norbit iWBMSH.

El objetivo de la campaña ha sido el de obtener un modelo digital del terreno con elevaciones de toda el área de la playa de la Punta.

La Tabla 2 muestra las compañías involucradas en este proyecto:

Tabla 2 Empresas involucradas

Empresa	Rol	
	MP PORT DE ROSES, SA	Contratante
	GEM	Contratado
	Més de Mar	Embarcación

En el presente Informe de Campo se describe el alcance de los trabajos, los métodos de investigación seguidos y los resultados obtenidos.

1.2 LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El levantamiento batimétrico se llevó a cabo en la playa de la Punta, al norte del puerto de Rosas. La Figura 1 muestra la localización del área de trabajo.



Figura 1 Situación del área de investigación.

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Con el objetivo de generar un modelo digital del terreno de la Playa de La Punta, se realizaron 108 líneas de adquisición. Para la realización de dichas líneas se tuvo en cuenta la profundidad de trabajo, la velocidad del sonido en el agua, el ángulo de apertura de la sonda, la velocidad de trabajo y la dispersión de los datos.

Las Figura 2 muestra la situación de todas las líneas realizadas en la campaña.



Figura 2 Líneas de adquisición realizadas

2. VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA

2.1 RESUMEN DE OPERACIONES

La MBES Norbit iWBMSH se instaló en el lado de babor de la embarcación utilizando un soporte de acero inoxidable que quedó fijado a la orla. La ecosonda fue fijada hacia proa y popa desde la cabeza de la MBES con la finalidad de evitar cualquier movimiento o vibración. De esta manera el movimiento de la ecosonda y el IMU fueron solidarios al COR de la embarcación.

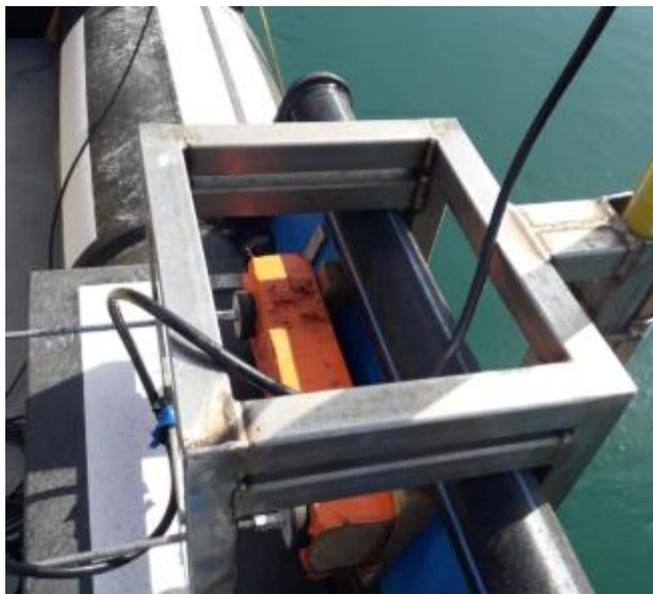


Figura 3 Soporte utilizado para la fijación de la ecosonda.

Las antenas del receptor GNSS se instalaron utilizando un marco rígido de aluminio unido al soporte de acero inoxidable. La separación entre antenas fue de 2.46 m y no se varió durante toda la adquisición de datos. Se sumergió la cabeza de la MBES 0.66 cm respecto a la lámina de agua (Draft) para minimizar turbulencias cerca de la cabeza y sobrepasar la quilla de la embarcación.

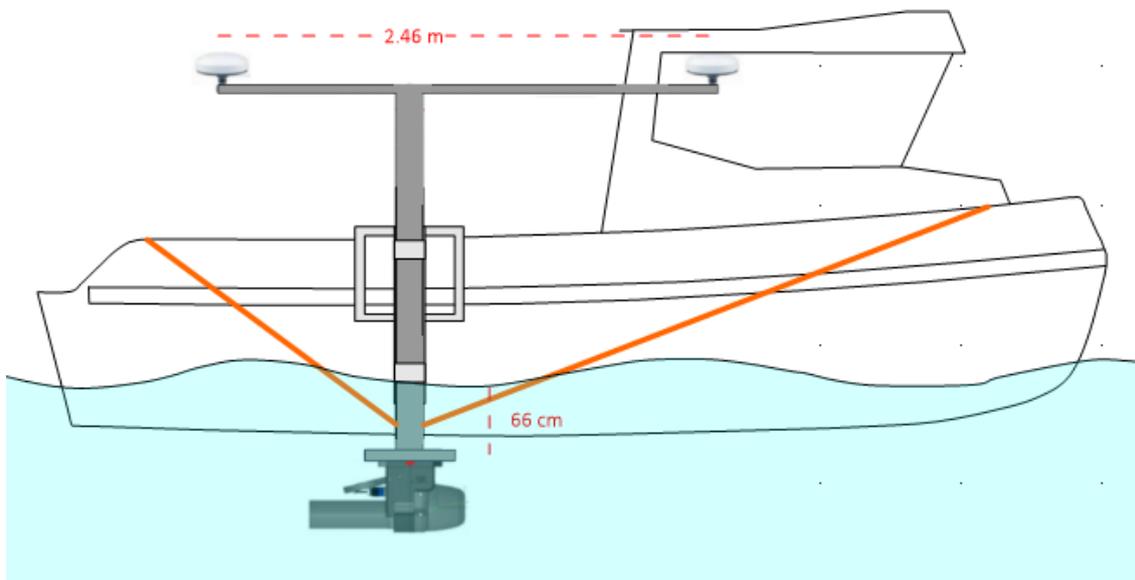


Figura 4 Montaje de la MBES en la embarcación.

Se realizó un perfil de velocidades del sonido en la columna de agua (SVP) en las coordenadas X:514069.80; Y: 4678320.81 alcanzando una profundidad de 9.84 m. La velocidad media del sonido en el agua fue de 1502.46 m/s.

2.2 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

En la siguiente tabla se resume la organización del personal que ha estado trabajando en esta campaña.

Tabla 3 Personal de oficina y de campo destinado al proyecto

Personal de oficina y campo	
Posición	Nombre
RU Geofísica / Director Proyecto	Rubén Sánchez
Director Técnico	Amadeu Deu
Geofísico Campo – Informe	Juan Espliego
Responsable QHSE	Esperanza López
Procesado de datos	Júlia Urpi

2.3 MEDIOS

Para los trabajos se utilizó la embarcación proporcionada por Mes de Mar de 6.5 m de eslora y 2.2 m de manga.



Figura 5 Embarcación utilizada

2.4 EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS

Las principales especificaciones técnicas de los equipos utilizados en la campaña se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4 Equipos de adquisición

MULTIBEAM: IWBMS Turnkey multibeam sonar system



Manufacturer: Norbit

Range: 5-210° flexible sector

Resolution range: <10mm Acoustic. 80kHz Bandwidth

Weight: 9.5 kg (AIR) less than 6 kg (Water)

Penetration depth: 0.2-275m

Resolution: 0.9° x 0.9° @400kHz and 0.5° x 1.0° @700kHz

SVP PROBE : AML X2



Model: SVP

Manufacturer: AML

Conductivity: Resolution
0.002mS/cm

Accuracy:
±0.01mS/cm

Temp: Resolution: 0.005°C

Accuracy: ±0.01°C

Pressure: Resolution:
0.005% range

Accuracy: ±0.01%
range

SOFTWARE

NAVIGATION and BATHYMETRY SOFTWARE: QINSY-QIMERA SURVEY



Hydrographic software package.

Qinsy survey program provides power and flexibility to quickly complete the survey work.

Accepts input from GPS, range-azimuth systems, echo sounders, magnetometers, telemetry tide systems, and over 200 other sensors.

Name of manufacturer: QPS.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

Antes de comenzar con el montaje de los equipos a bordo de la embarcación, se verifico que todos los parámetros geodésicos fueran los correctos. Para ello se instaló un receptor GNSS JAVAD Triumph 1M sobre el clavo topográfico del ICGC (Instituto cartográfico y geológico de Cataluña) número 313084019 situado frente a la zona de trabajo en la playa de Santa Margarida.



FITXA DE SENYAL GEODÈSIC

Informació general	Coordenades	Fotografia
Codi ICC: 313084019	Sistema de referència: ETRS89/00	
Província: Girona	Projecció: UTM Fus 31 Hemisferi N	
Comarca: Alt Empordà	X Projectada (X): 512437.481 m σ : 0.030 m	
Municipi: Roses	Y Projectada (Y): 4678587.721 m σ : 0.030 m	
Full MTN50 (SQ/CCFF): 0259 / 40-11	Factor d'escala (K): 0.99960190	
Full MTN5 (CCFF): 313-084	Convergència quadrícula (ω): 0° 6' 5.06411"	
Data de construcció: 31/03/2003	Longitud (λ): 3° 9' 2.85516" E σ : 0.00130 "	
Data d'última revisió: 19/06/2015	Latitud (ϕ): 42° 15' 33.80600" N σ : 0.00097 "	
Xarxa: XU	Cota ortomètrica (H): 1.860 m σ : 0.070 m	
Descripció: Placa de ICC situada davant del mur de l'esclullera de Santa Margarida.	Model de geoida: EGM08D595 N: 49.405 m	
	Cota el·lipsoidal (h): 51.265 m σ : 0.050 m	
	Referència de les cotes: CSG	
	Altura del pilar geodèsic: 0.000 m	
	Té coordenades en ED50 (icc20060): Sí	
	ftp://gcsfons.icc.cat/fitxes/XU/ED50/313084019.pdf	
	Versió de la fitxa: 20180.180717	

Figura 6 Ficha del clavo topográfico utilizado para la verificación

El receptor GNSS se configuro en modo RTK utilizando las estaciones bases del ICGC para recibir correcciones en tiempo real mediante NTRIP.

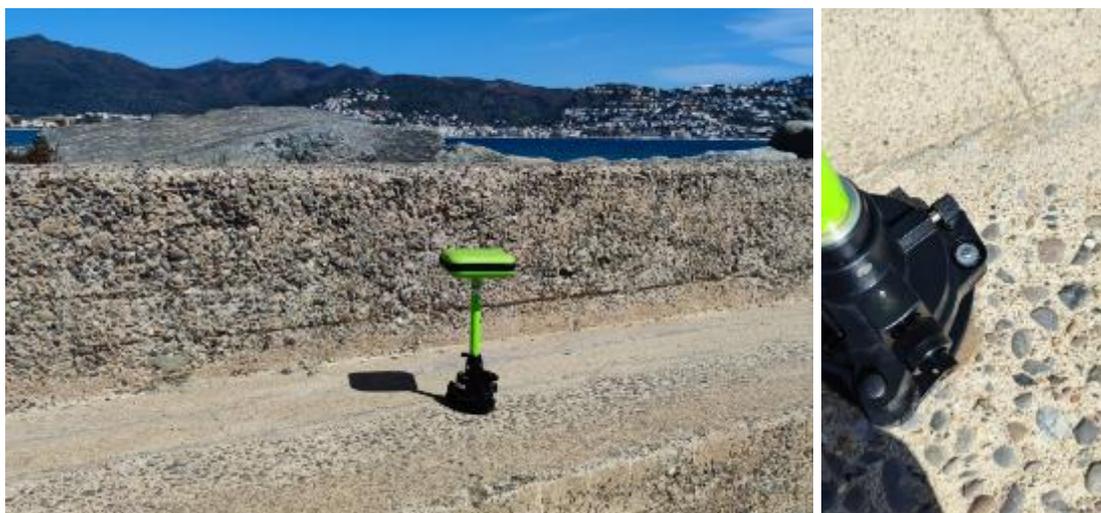


Figura 7 Receptor GNSS JAVAD Triumph 1M sobre el clavo topográfico del ICGC

Se realizaron 226 medidas sobre el mismo punto y se calculó la media para compararla con las coordenadas originales del clavo topográfico. La Tabla 5 muestra los resultados de la verificación obteniéndose unas diferencias de 4 mm en X, en Y 8 mm y 2.5 cm en Z. Estas mediciones se encuentran en el archivo *Verificación GNSS.xlsx*.

Tabla 5 Verificación clavo ICGC

	X	Y	Z
Receptor GNSS	512437.477	4678587.729	1.835
Clavo 313084019	512437.481	4678587.721	1.860
Diferencia	0.004	0.008	0.025

Una vez se instalaron los equipos en la embarcación y todos los offsets (distancias de todos los sistemas referidas al COR de la embarcación) fueron introducidos en los respectivos softwares, se procedió a realizar una verificación de la posición calculada por el software de navegación a bordo. Para ello se instaló el receptor GNSS Javad anteriormente verificado en un punto físico de la embarcación.

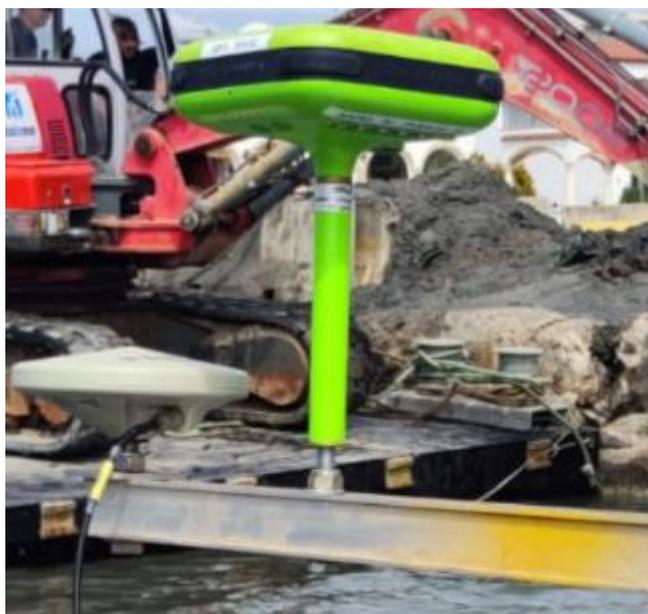


Figura 8 Antena del sistema de posicionamiento de la embarcación (Izquierda) y Javad (Derecha)

Se midieron las coordenadas del punto de instalación del Javad por ambos sistemas y se compararon los resultados. La medición se realizó durante 10 minutos a una frecuencia de una medición por segundo. La Tabla 6 muestra la comparación de las coordenadas calculadas por ambos sistemas. Se obtuvieron unas diferencias de 6 cm en X, en Y 1 cm y 4 cm en Z. Estas mediciones pueden encontrarse en el archivo *Comparación Qinsy Javad.xlsx*.

Tabla 6 Comparación Javad VS software de navegación

	X	Y	Z
Receptor GNSS	512034.90	4679031.24	1.56
Clavo 313084019	512034.96	4679031.23	1.60
Diferencia	0.06	0.01	0.04

Los parámetros geodésicos utilizados han sido: UTM 31 N, elipsoide ETRS89 y el modelo de geoide de Cataluña EGM08D595.

Una vez comprobados todos los parámetros geodésicos se procedió a realizar la calibración GAMS. Esta calibración es necesaria para reducir el error en el rumbo medido por las antenas del receptor GNSS a bordo. Para ello, la embarcación navegó durante unos 2 minutos describiendo una forma de “8”. Esto permite al sistema grabar medidas en todos los rumbos posibles y minimizar el error en la medida. La Figura 9 muestra las precisiones alcanzadas tras todas las calibraciones realizadas:

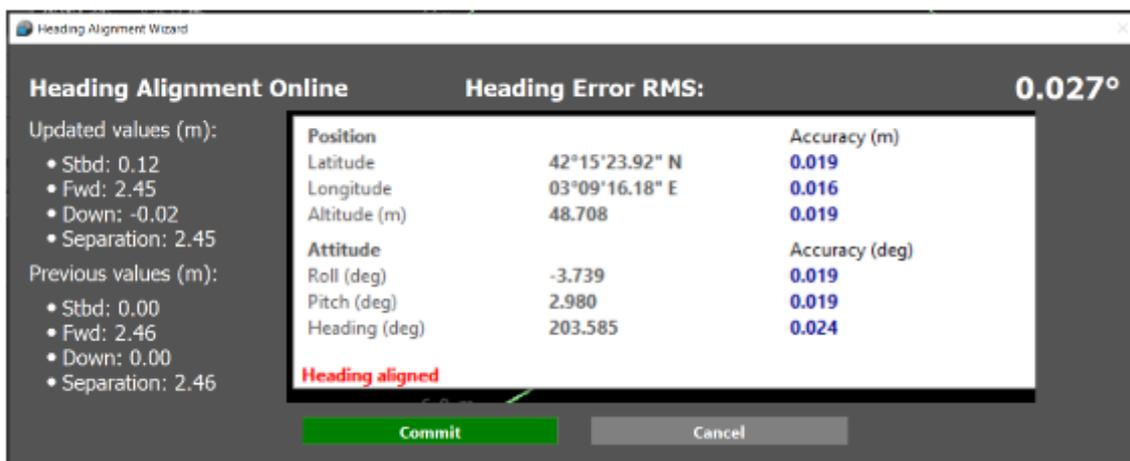


Figura 9 Precisiones alcanzadas

3.2 ECOSONDA MULTHAZ

A diferencia de la clásica batimetría con sonda monohaz (SBES), Las batimetrías con sondas multihaz (MBES) son capaces de proporcionar exploraciones batimétricas transversales completas en lugar de ecos individuales. Estos instrumentos son más costosos, más complejos de configurar y calibrar, pero permiten una densidad mucho mayor de datos y una cobertura muy rápida. La decisión de movilizar un MBES en lugar de un SBES depende de varios parámetros, como la superficie a cubrir, la densidad de datos requerida, la velocidad requerida de la adquisición, los costes diarios, etc. La ecosonda multihaz Norbit iWBMSH es un sistema integrado compuesto por:

- Cabeza del sónar (Sonar Head)
- Top Side (Procesador)
- Posicionamiento GPS RTK y Rumbo
- Sensor de movimiento (IMU)
- Perfilador de velocidad del sonido

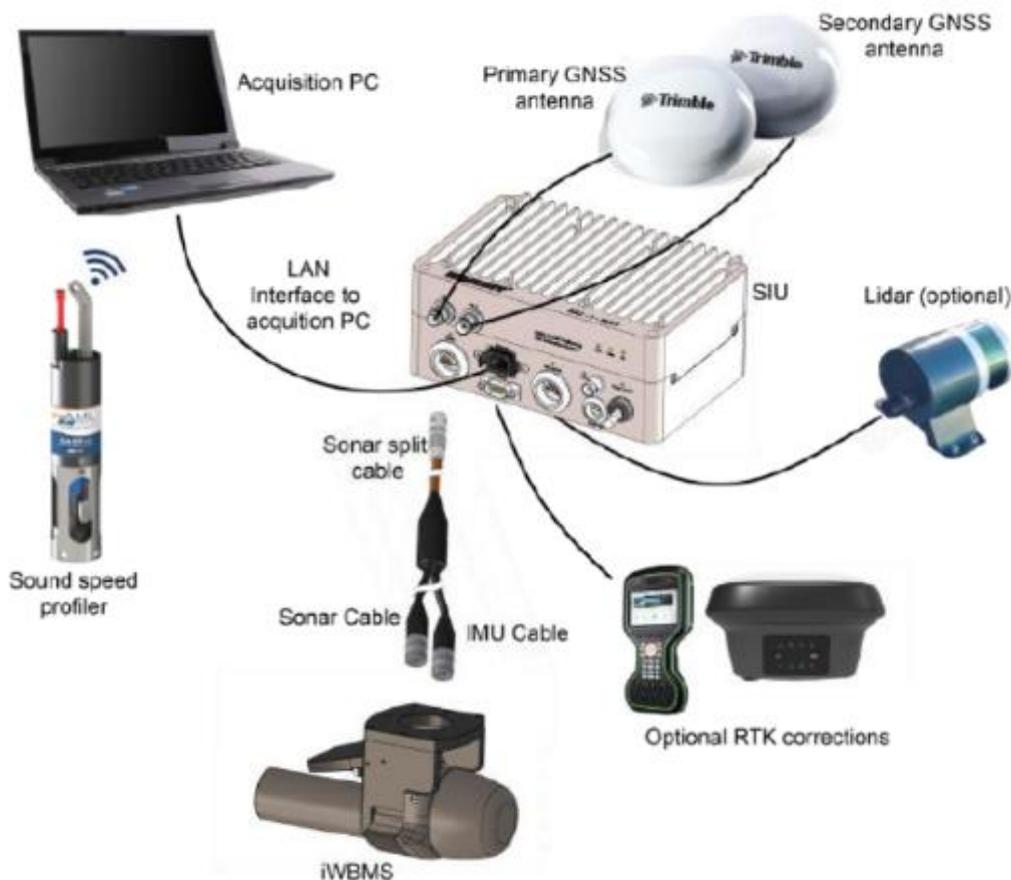


Figura 10 Componentes ecosonda Norbit

Un cable conecta la sonda con el procesador en superficie, el cual gestiona los parámetros operativos, tales como rangos seleccionados, tasa de ping, filtrado en línea, etc. Los datos se transmiten a través de un puerto Ethernet a un software de adquisición para visualización, QC, almacenamiento etc.

La cobertura lateral, es decir, la extensión transversal de los datos en una exploración, depende de la profundidad del agua y del ángulo total de apertura de la sonda MBES. Para garantizar la calidad de los datos las “gates” o “puertas” de la ecosonda multihaz no deben abrirse más de 65° o 70°. Esto significa que el ángulo de apertura total de la ecosonda será de entre 130° a 140°. De abrirse más las gates se ganaría cobertura, pero se añadiría demasiada dispersión a los datos.

Las investigaciones con MBES exigen tener en cuenta los movimientos de la embarcación: un ligero ángulo de giro de 2 ° conduciría -si no se tuviera en cuenta- a un desplazamiento vertical de 0,7m a sólo 20m de alcance. La cabeza de la ecosonda está fijada de manera solidaria a la embarcación por lo que los datos se verán afectados por

los movimientos de pitch, roll, heave y yaw de la embarcación. Estos movimientos deben ser corregidos mediante:

- IMU: Se conecta un sensor de movimiento inercial a la ecosonda multihaz para así corregir los movimientos de pitch, roll, heave y yaw.
- Girocompás: Se instala un sistema de antenas duales para la medición continua del rumbo de la embarcación. Esta medida se incorporará a los datos de la ecosonda multihaz para corregir la desviación del rumbo.

Los IMU (inertial Motion Unit) son capaces de proporcionar los tres parámetros fundamentales para la corrección de movimiento; Es decir, el balanceo (roll), el cabeceo (pitch) y el levantamiento (heave) a tiempo real y a una velocidad de adquisición rápida. Los dos parámetros anteriores son ángulos (movimientos de babor / estribor y proa / popa), pero este último se expresa en metros y representa una doble integración de las aceleraciones verticales de la embarcación. La corrección de movimiento se realiza normalmente por el software de adquisición.

Durante la adquisición de datos, el patrón de la embarcación sigue la derrota de las líneas del proyecto previamente programada en el software de navegación, gobernando por las indicaciones de la pantalla del ordenador, que le va mostrando, por medio de alarmas visuales y sonoras, cuando se separa de la derrota más de unos metros especificados y el rumbo que debe llevar.

4. PROCESADO DE DATOS

Procesar el dato bruto obtenido por la ecosonda multihaz y convertirlo en un dato XYZ corregido depende del tipo de dato y de su calidad pero como mínimo se han de dar los siguiente pasos:

- Filtrado de los datos: Se aplicarán una serie de filtros automáticos para descartar aquellos datos que se encuentren dentro de los valores estadísticos. Además, si fuera necesario los datos erróneos serían limpiados manualmente.
- Se aplicarán todos los SVPs realizados durante la toma de datos utilizando para cada conjunto de datos el SVP más apropiado.
- Por lo general los haces de los extremos de las líneas adquiridas muestran mayor dispersión que el resto de haces. Esto hace que los datos de los extremos no tengan tanta calidad por lo que, en general, serán analizados y eliminados si fuera necesario.

5. RESULTADOS

Se ha realizado un modelo digital del terreno con el 100% de cobertura de la playa de la Punta. La cota máxima alcanzada fue de -1,27 m mientras que la cota mínima alcanzada fue de -8.57 m. Todas las cotas están referidas al NMMA. Se han realizado tres perfiles longitudinales que muestran la morfología de la playa:



Figura 11 Batimetría e isobatas

Cada perfil muestra la profundidad (Verde) y la pendiente (Rojo) expresada en grados. Todos los perfiles tienen una orientación SW-NE.



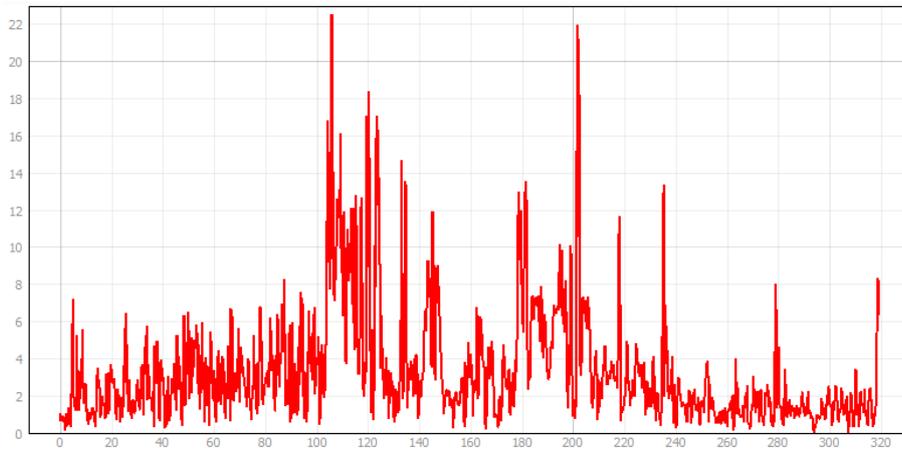


Figura 12 Perfil 1

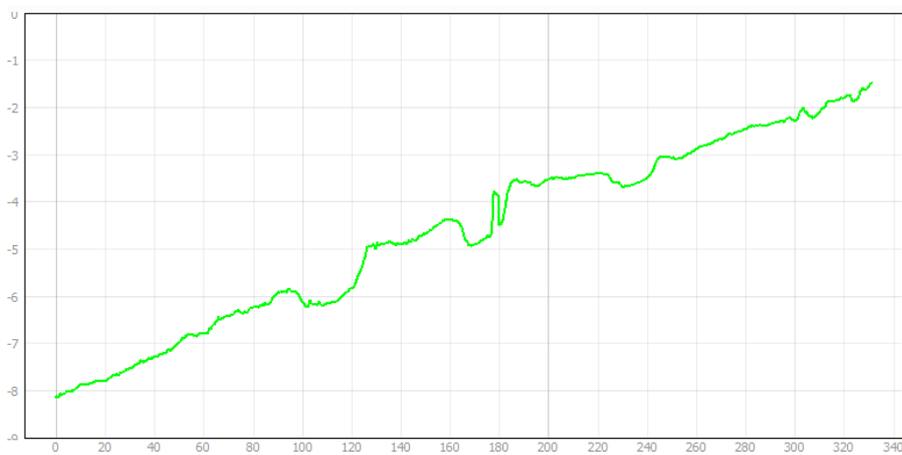
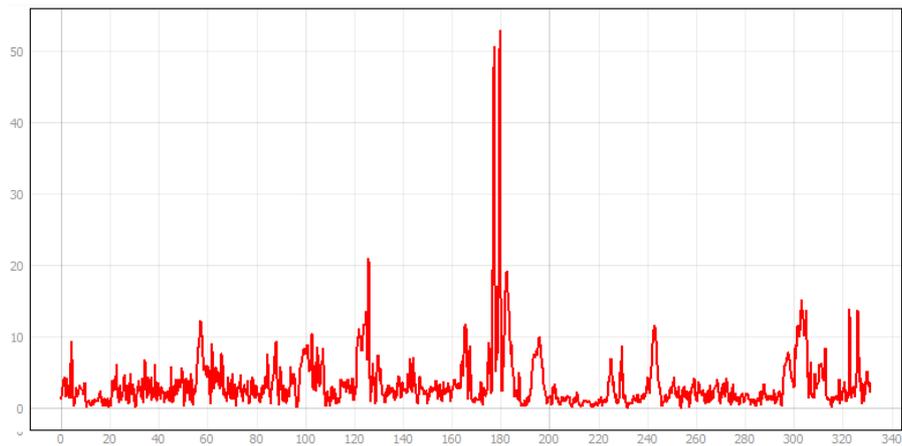


Figura 13 Perfil 2



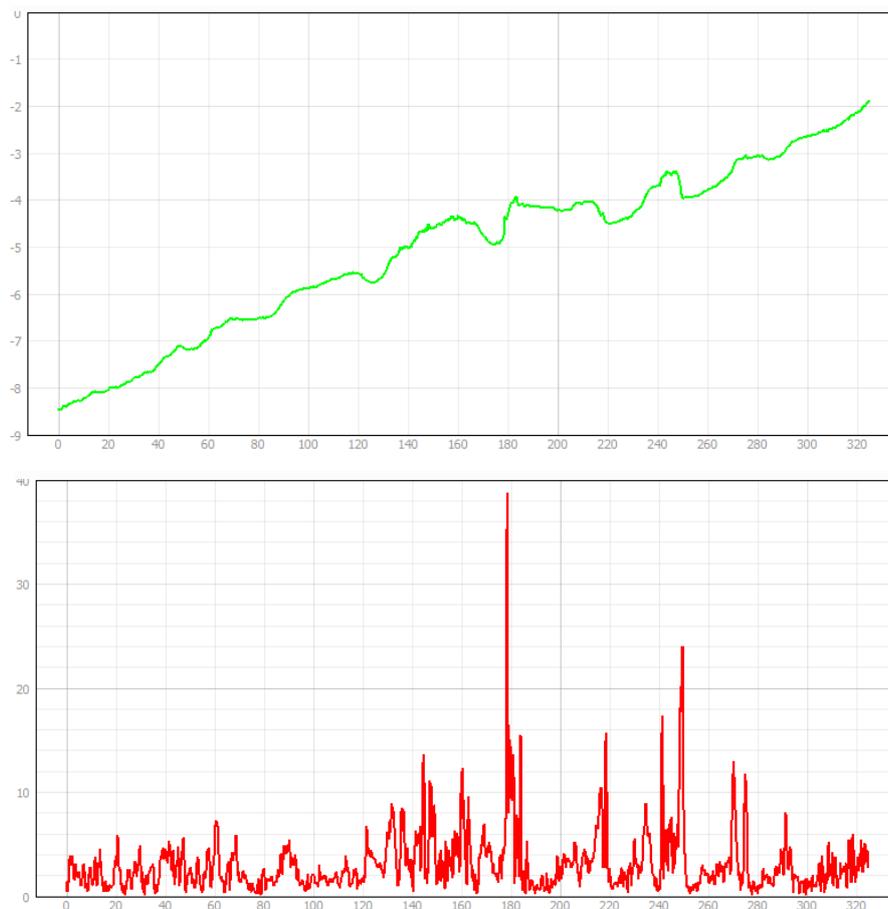


Figura 14 Perfil 3

La playa de la Punta gana profundidad hacia el SW con una pendiente media de menos de 5 grados. Puntualmente hay zonas con pendientes mayores de 50 grados. Estas zonas corresponden a morfologías de vaguadas detectadas a lo largo de la playa.

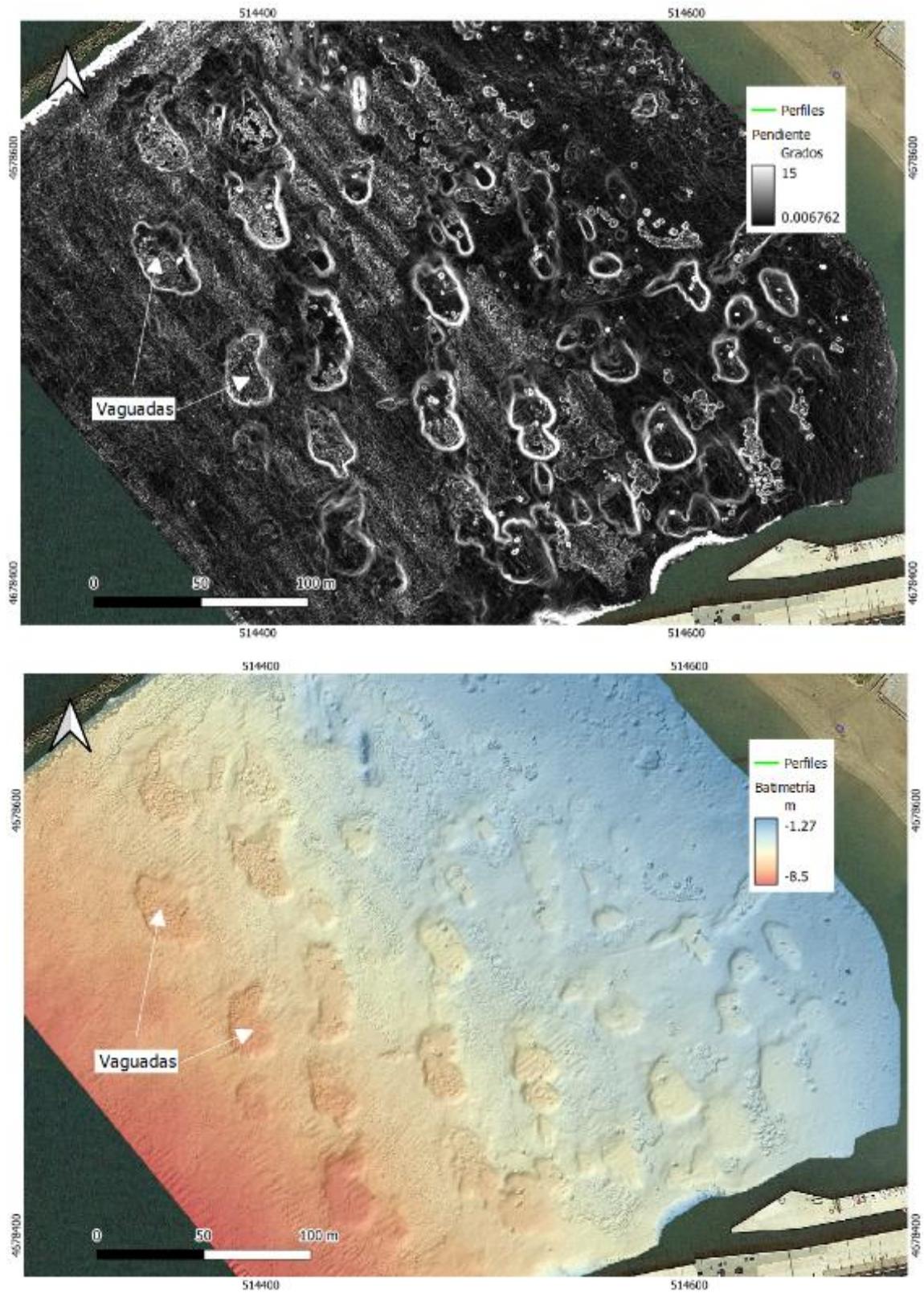


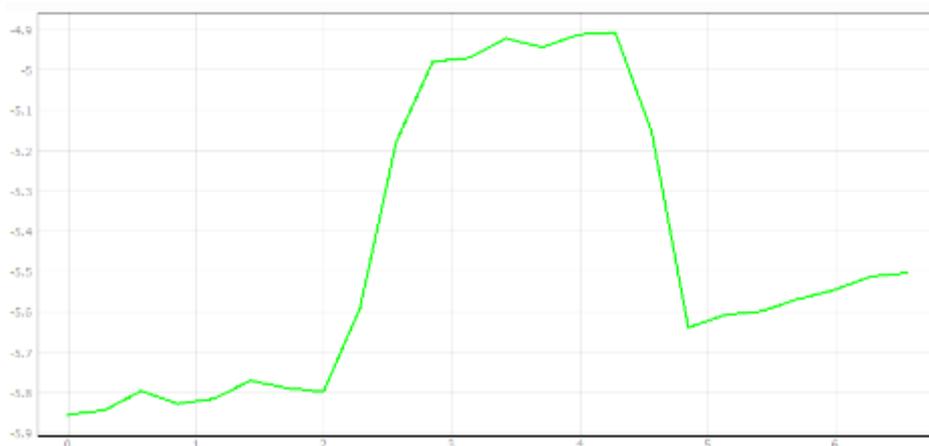
Figura 15 Detalle de las vaguadas en el mapa de pendientes (arriba) y en el mapa batimétrico (abajo)

Se han detectado algunas estructuras con forma de cubo o cilindro. Estas estructuras tienen entre 1,5 m y 2,5 m de lado y una altura de 1 m.



Figura 16 Detalle de estructura cúbica en el mapa de pendientes.

Los siguientes perfiles cortan perpendicularmente la estructura anterior mostrando la profundidad (Verde) y la pendiente (Rojo).



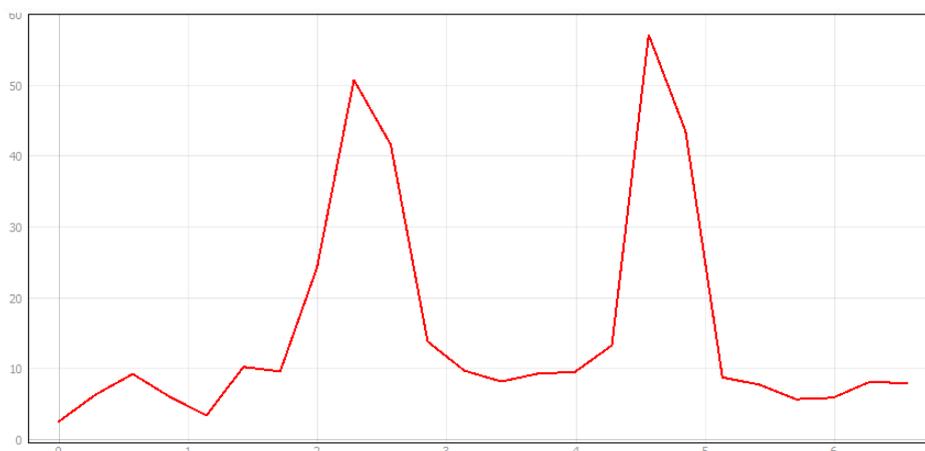


Figura 17 Perfil sobre una de las estructuras cúbicas.

La Tabla 7 lista las coordenadas de todas las estructuras cúbicas o cilíndricas encontradas.

Tabla 7 Coordenadas estructuras.

ID	x	y
1	514516.9	4678403
2	514521.2	4678420
3	514520.2	4678414
4	514513.9	4678433
5	514522.6	4678440
6	514535.6	4678437
7	514540.2	4678428
8	514545.2	4678418
9	514566.5	4678448
10	514593.4	4678433
11	514621.2	4678507
12	514674.2	4678524
13	514604.1	4678543
14	514563.5	4678519
15	514391.7	4678585
16	514363.3	4678552
17	514485.7	4678545
18	514480.2	4678525
19	514433.7	4678526
20	514502.5	4678596
21	514457.4	4678655
22	514527.5	4678634
23	514570.5	4678582
24	514415.4	4678658
25	514350.9	4678618
26	514433.4	4678349

6. ENTREGABLES

Junto con este informe se entrega la siguiente relación de entregables:

- *2022.106_Batimetría_Primavera_2022*: Grid de los datos a 0.25x0.25 m en formato GeoTiff.
- *2022.106_Batimetría_Primavera_2022_Imagen*: Imagen renderizada a 0.25x0.25 m en formato GeoTiff y escala de colores.
- *2022.106_Mapa de sombras_Primavera_2022*: Mapa de sombras con exageración vertical x2 en formato GeoTiff
- *2022.106_Mapa de Pendientes_Primavera_2022*: Mapa de pendientes expresada en grados en formato GeoTiff.
- *2022.106_Isobatas_05_m*: Isobatas cada 0.5 m en formato DXF y SHP.
- *Verificación GNSS.xlsx*: Medidas tomadas en el clavo del ICGC para la verificación del receptor GNSS Javad en formato Excel
- *Comparación Qinsy Javad.xlsx*: Medidas de la comparación de los receptores GNSS a bordo de la embarcación en formato Excel.
- *2022.106-GF-F1-22-CH01-R0.pdf*: Plano batimétrico en planta de la playa de la Punta.
- *2022.106-GF-F1-22-CH02-R0.pdf*: Perfiles batimétricos a lo largo de la playa de la Punta.