

ANEJO 03. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la continua regresión que ha venido sufriendo en los últimos años la playa de La Antilla-Islantilla se redacta el Proyecto **“REGENERACIÓN DE LA PLAYA DE LA ANTILLA-ISLANTILLA, TT.MM DE LEPE E ISLA CRISTINA (HUELVA)”** como Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa de Huelva, con el fin de diseñar las actuaciones necesarias para corregir la citada pérdida de superficie de playa y asegurar su funcionalidad a corto y medio plazo.

Los trabajos del citado proyecto se iniciaron en marzo de 2016, llevándose a cabo tanto trabajos de campo como estudios de caracterización del medio y análisis de la situación de la playa. En el transcurso de aquel año y, dando cumplimiento al Pliego de Condiciones del Proyecto, se llevó a cabo un levantamiento topobatimétrico de la zona de estudio con el fin de conocer las características de la zona.

Los estudios topobatimétricos tienen como fin principal determinar con exactitud las características del relieve del litoral y sus infraestructuras tanto en la zona sumergida (batimetría) como emergida (topografía) del área de estudio.

A partir de los resultados generados, se pudo determinar el modelo digital del terreno de la zona sumergida, así como las características topográficas, y conocer con exactitud el grado de regresión o de acumulación. Así mismo, la caracterización granulométrica de la zona, definió el tipo de sedimento que hay en la playa para que la regeneración de la misma, sea llevada a cabo con material compatible desde el punto de vista granulométrico.

Es importante destacar que la campaña topobatimétrica fue realizada en septiembre de 2016, por lo que es probable que en los últimos dos años la topobatimetría de la zona haya podido cambiar, especialmente en la zona de playa seca debido a los temporales acaecidos y a los aportes de arena vertidos recientemente. Por este motivo, se recomienda realizar un nuevo levantamiento topobatimétrico antes de ejecutar las obras proyectadas.

A continuación, se adjunta el informe completo del levantamiento realizado en septiembre de 2016.

APÉNDICE I: INFORME LEVANTAMIENTO TOPOBATIMÉTRICO Y CARACTERIZACIÓN SEDIMENTARIA DE LA PLAYA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	5
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	6
4. RELACIÓN DE EQUIPOS EMPLEADOS	7
4.1. EQUIPOS DE BATIMETRÍA	7
4.2. SOFTWARE DE EDICIÓN DE DATOS	7
5. SISTEMA GEODÉSICO	8
5.1. SISTEMA DE REFERENCIA PLANIMETRICA	8
5.2. SISTEMA DE REFERENCIA ALTIMÉTRICA	9
6. METODOLOGÍA	12
6.1. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO	12
6.1.1. Proyecto de líneas	12
6.1.2. Instalación a bordo	13
6.1.3. Calibración de los equipos	15
6.1.4. Adquisición de datos batimétricos	17
6.1.5. Edición de los datos batimétricos	19
6.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	20
6.2.1. Fundamento teórico	20
6.2.2. Metodología	22
6.3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS	24
7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	29
8. FIRMAS	31

ANEXO I. Descripción técnica de los equipos.

ANEXO II. Cartografía.

TABLA DE CONTENIDOS

Figura 1. Localización de la playa de Islantilla. Zona objeto de la actuación. (Fuente: Google Earth).	6
Figura 2. Hito de referencia del cero hidrográfico para los trabajos de topografía e hidrografía.	10
Figura 3. Diferencia entre el Nivel Medio del Mar de Alicante (NMMA) y el Cero Hidrográfico.	11
Figura 4. Proyecto de líneas para la campaña batimétrica realizada en la playa de Islantilla.	12
Figura 5. Esquema de instalación a bordo de la embarcación. En verde, la antena del GPS; en rojo, el transductor bifrecuencial.	13
Figura 6. Fotografía de la instalación del transductor en la borda del barco. El GPS se encuentra sobre el mismo eje que el transductor.	14
Figura 7. Fotografía de la instalación a bordo de la embarcación.	15
Figura 8. Perfiles de velocidad del sonido en la columna de agua realizados previo al comienzo de los trabajos.	16
Figura 9. Esquema que representa la recepción de la corrección RTK vía GPRS emitida por la Red Andaluza de Posicionamiento.	17
Figura 10. Determinación de la profundidad a partir de una haz acústico.	18
Figura 11. Pantalla del módulo de adquisición de datos del software hidrográfico Hypack.	19
Figura 12. Red de estaciones pertenecientes a la RAP.(Fuente: Red Andaluza de Posicionamiento).	21
Figura 13. Esquema de relación entre el Geoide y Elipsoide. (Fuente: IGN)	22
Figura 14. Metodología de solape entre Batimetría y topografía.	23
Figura 15. Posición de los perfiles de muestra.	25
Figura 16. Draga Van Veen y su funcionamiento.	26

Figura 17. Modelo digital del terreno realizado en el área de estudio a partir de datos del levantamiento topobatimétrico. 29

Figura 18. Modelo digital del terreno correspondiente al levantamiento topográfico y representación de un perfil del mismo. 30

Figura 19. Modelo digital del terreno correspondiente al levantamiento topobatimétrico y representación de un perfil del mismo. 30

1. INTRODUCCIÓN

A petición de D^a. Eloisa Mazuelos en representación de UG21 Consultores de Ingeniería S.L. se ha realizado levantamiento topobatimétrico y caracterización de sedimentos en la costa de Huelva frente a la urbanización de Islantilla, en el término municipal de Lepe (Huelva). Los estudios topobatimétricos tienen como fin principal determinar con exactitud las características del relieve del litoral y sus infraestructuras tanto en la zona sumergida (batimetría) como emergida (topografía) del área de estudio. De forma general, este tipo de estudios son la base para futuras actuaciones tales como obras portuarias, determinación de la dinámica litoral, actuaciones de dragado, etc.

El presente documento recoge los resultados de dicho estudio topobatimétrico, con el fin de conocer las características de la zona. A partir de los resultados generados, se podrá determinar el modelo digital del terreno de la zona sumergida, así como las características topográficas, y conocer con exactitud el grado de regresión o de acumulación como es el caso. Así mismo, la caracterización granulométrica de la zona, define el tipo de sedimento que hay en la playa para así, en caso de regeneración de la misma, llevarla a cabo con material compatible desde el punto de vista granulométrico.

El levantamiento batimétrico se ha realizado mediante una ecosonda monohaz Reson Navisound 420, con dos frecuencias simultáneas, y su conjunto de periféricos, como es el sistema de posicionamiento RTK y el perfilador de velocidad del sonido en la columna de agua. El levantamiento topográfico se ha realizado con sistema de posicionamiento GNSS con corrección subcentimétrica.

La campaña se realizó en septiembre de 2016, aprovechando las mejores condiciones tanto climatológicas como hidrodinámicas. En la tabla siguiente se muestra la distribución temporal de los trabajos realizados.

Seguimiento batimétrico	Fecha de realización
Levantamiento Batimétrico	1 de septiembre de 2016
	2 de septiembre de 2016
Levantamiento Topográfico	2 de septiembre de 2016

Tabla 1.1. Levantamiento topobatimétrico en la playa de Islantilla.

Posteriormente, en gabinete, se realizó el tratamiento de los datos obtenidos y la elaboración de la presente memoria.

2. OBJETIVOS

El levantamiento topobatimétrico, tiene como objetivo principal la modelización y georreferenciación de la zona del caño de Sancti Petri (entrada por la Carraca), del caño de San Fernando y de la Isla del Pino para ello debe de cumplir los siguientes objetivos parciales:

- Campaña batimétrica, consistente en levantamiento batimétrico de 4,5 km frente a la playa con líneas separadas cada 100m.
- Campaña topográfica, de la zona de playa basándose en el mismo proyecto de líneas que el levantamiento batimétrico.
- Generación de un Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de los datos adquiridos.
- Obtención de un archivo XYZ de los resultados obtenidos.
- Plano batimétrico en detalle y en planta con escala 1:1000.
- Entrega del informe donde se aportará la metodología de los distintos trabajos y la información adicional necesaria para la consecución de los trabajos.
- Caracterización de sedimentos de la zona intermareal y submareal de la zona de estudio.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de trabajo se sitúa en la costa atlántica de la provincia Huelva, concretamente a oeste de la desembocadura del río Piedras, frente a la urbanización de Islantilla en el término municipal de Lepe.



Figura 1. Localización de la playa de Islantilla. Zona objeto de la actuación. (Fuente: Google Earth).

4. RELACIÓN DE EQUIPOS EMPLEADOS

Siguiendo la metodología para la consecución de los objetivos del estudio, se ha dispuesto de los equipos necesarios para la consecución de los mismos. A continuación, se enumera el instrumental empleado en cada una de las diferentes actuaciones, mientras que las referencias técnicas completas se encuentran en el Anexo I.

4.1. EQUIPOS DE BATIMETRÍA

El equipo necesario para la correcta realización de un levantamiento batimétrico en aguas someras consta de un sondador bifrecuencial, un sistema de posicionamiento diferencial, un compensador de oleaje y un mareógrafo. A continuación, se nombran los modelos escogidos para cada instrumental.

- Sondador Navisound 420, con frecuencias 33 y 210 Khz simultáneas.
- GPS Geomax Zenith 25.
- Perfilador de Velocidad del Sonido en la columna de agua Valeport Mini SVP
- Ordenador portátil.
- Módulo de adquisición de datos Hypack.
- Embarcación Popeye Marino Segundo.

4.2. SOFTWARE DE EDICIÓN DE DATOS

Una vez adquiridos los datos de campo, deben de ser procesados en gabinete. Para ello, Tecnoambiente dispone del siguiente software específico para cada tarea: módulo de gabinete de Hypack, ZWCad, y paquete de Office en el entorno de Windows XP.

5. SISTEMA GEODÉSICO

5.1. SISTEMA DE REFERENCIA PLANIMETRICA

Mediante el REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, dispone en el capítulo 1, artículo 3:

“Sistema de referencia geodésica:

Se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95. Ambos sistemas tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, y sus densificaciones.”

El ETRS89, sistema de referencia geodésico, toma el Elipsoide GRS 80 (Geodetic Reference System 1980). Un elipsoide es la superficie de aproximación a la forma de la Tierra empleada por los diferentes sistemas cartográficos. Se trata de la mejor forma posible de describir el geoide en términos matemáticos. Dada la complejidad de la forma de la Tierra, es imposible tratarla tal como es en realidad con matemáticas, por lo que es necesario reducir su forma principal a una forma geométrica susceptible de ser descrita con números. El elipsoide es precisamente esa figura de aproximación que permite aplicar los diferentes sistemas de proyección cartográficos.

Las características del elipsoide son las siguientes:

Achatamiento: 1/298.257 222 101 Semieje mayor: 6 378 137 m Semieje menor: 6 356 752.314 140 347 m

Por otro lado, las coordenadas geográficas son difíciles de representar en un plano; es por ello que es necesario realizar una proyección del elipsoide al plano. Para ello y mediante el mismo decreto enunciado anteriormente, se dispone en el capítulo II, artículo 5:

“Representación planimétrica de cartografía oficial.

1. Para cartografía terrestre, básica y derivada, a escala igual o menor de 1:500.000, se adopta el sistema de referencia de coordenadas ETRS-Cónica Conforme de Lambert.

2. Para cartografía terrestre, básica y derivada, a escalas mayores de 1:500.000, se adopta el sistema de referencia de coordenadas ETRS-Transversa de Mercator.

3. Para cartografía náutica se adopta la proyección Mercator.”

Por ello, se emplea en el presente informe la proyección UTM (Universal Transversal Mercator). Este sistema de proyección cartográfica parte del desarrollo cilíndrico de Gauss, que se basa en la colocación de un cilindro imaginario transversal y tangente al elipsoide a lo largo del meridiano central de cada uno, por lo que este es automecoico (se dibuja como una línea recta). Así, el sistema está basado en coordenadas planas (cartesianas) que divide a la Tierra en 60 husos, cada uno con 6º de ancho y numerados del 1 al 60 con origen en 180º con respecto al meridiano de Greenwich. Sobre estos husos el origen de coordenadas está en el meridiano central del propio huso en el eje de las X, con un retranqueo de 500.000 metros, llamado el Falso Este, para no hacer cálculos con posiciones negativas; y el eje Y se encuentra en el Ecuador. Para la zona de estudio, el Huso correspondiente es el Huso 29, cuyos parámetros de definición son los siguientes:

Meridiano oriental: -6º
Meridiano central: -9º
Meridiano occidental: -12º
Falso Este: 500 000 metros
Falso Norte: 0 metros

5.2. SISTEMA DE REFERENCIA ALTIMÉTRICA

En los levantamientos hidrográficos es necesario conocer la altura de la marea mientras se realiza la adquisición de datos, puesto que las sondas obtenidas deben referirse a una referencia vertical fija. Es por ello que también mediante el REAL DECRETO 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, dispone en el capítulo 1, artículo 4:

“Sistema de Referencia Altimétrico.

1. Se tomará como referencia de altitudes los registros del nivel medio del mar en Alicante para la Península y las referencias mareográficas locales para cada una de las islas. Los orígenes de las referencias altimétricas serán definidos y publicados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

2. El sistema está materializado por las líneas de la Red de Nivelación de Alta Precisión.

3. El datum hidrográfico al que están referidas las sondas, cero hidrográfico, será definido y publicado por el Instituto Hidrográfico de la Marina y representará la referencia altimétrica para la cartografía náutica básica.”

Por condiciones del pliego de prescripciones técnicas, el presente levantamiento topográfico y batimétrico se ha referenciado al Cero Hidrográfico de Isla Cristina.



Figura 2. Hito de referencia del cero hidrográfico para los trabajos de topografía e hidrografía.

La diferencia entre el cero hidrográfico de Isla Cristina y el Nivel Medio del Mar en Alicante es de -1,745 m, según cálculo realizado sobre hito monumentado en el puerto de Isla Cristina, perteneciente a la Agencia Pública de Puertos de Andalucía.

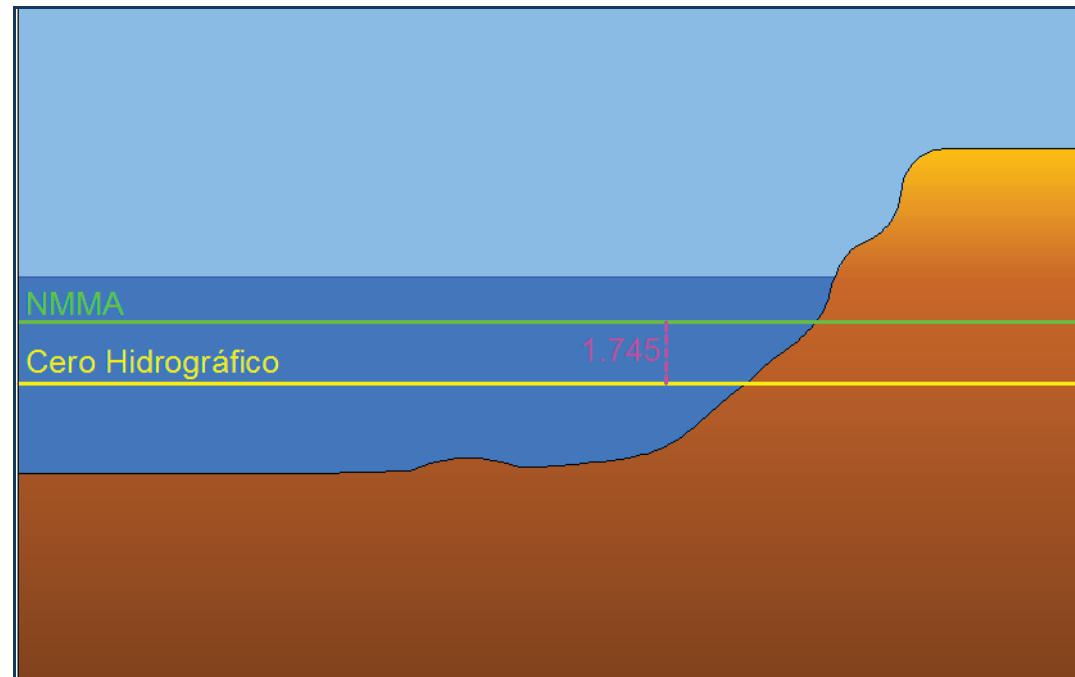


Figura 3. Diferencia entre el Nivel Medio del Mar de Alicante (NMMA) y el Cero Hidrográfico.

6. METODOLOGÍA

6.1. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

6.1.1. Proyecto de líneas.

Todas las campañas de batimetría se basan en un proyecto de líneas que la embarcación debe seguir durante la adquisición de datos. En el presente caso, el proyecto de líneas para la campaña batimétrica ha sido elaborado por TECNOAMBIENTE S.L. siguiendo las indicaciones del cliente. Para este caso específico, el levantamiento batimétrico abarcará la playa frente a la urbanización de Islantilla. El recorrido de la embarcación se realizará sobre perfiles transversales separados 100 metros entre sí, llegando hasta la batimétrica de -10m o una longitud máxima de 1000m, completándose tres recorridos longitudinales que servirán de control de calidad para el levantamiento.



Figura 4. Proyecto de líneas para la campaña batimétrica realizada en la playa de Islantilla.

6.1.2. Instalación a bordo.

Una vez definido el proyecto de líneas, se procede a la instalación de los equipos a bordo de la embarcación Popeye Marino Segundo. El diseño de esta embarcación está enfocado para trabajos de batimetría en zonas someras. Es por ello que la embarcación está lastrada en proa para que, una vez alcanzada la velocidad de sondeo, la alineación de los transductores quede paralela a la superficie del agua. Además, los transductores van fijos al casco y en la borda del mismo para evitar los movimientos bruscos que se producen en la borda de las embarcaciones.

La ventaja del esquema de instalación seguido, es que todos los equipos están alineados al centro acústico del transductor, evitando de este modo la medición de las distancias que separan los distintos equipos e incluir un error en dichas medidas. Como se observa, el GPS (verde) está alineado con el transductor (rojo) en la embarcación. Antes de cada levantamiento es necesario medir el calado del transductor con respecto a la superficie del agua para poder determinar la profundidad desde la superficie del agua y no desde el transductor.

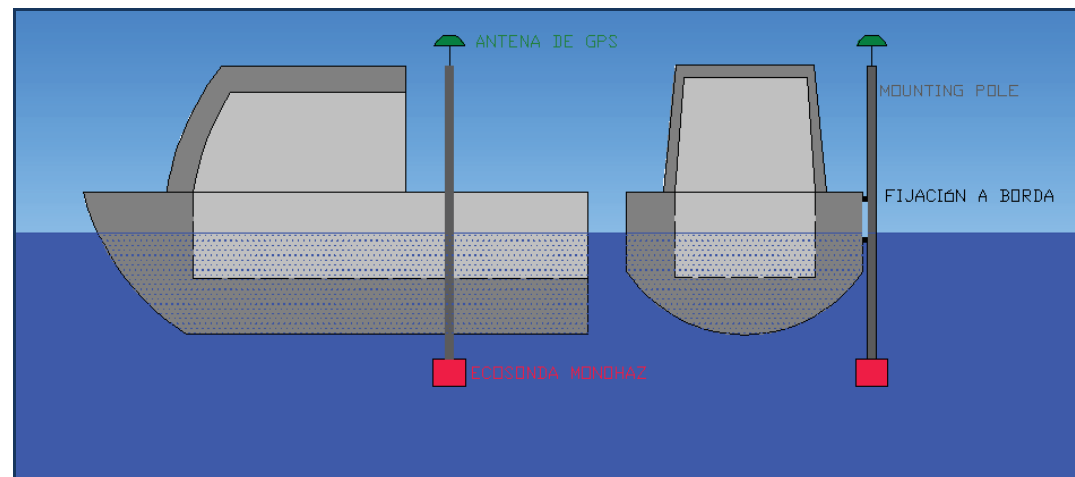


Figura 5. Esquema de instalación a bordo de la embarcación. En verde, la antena del GPS; en rojo, el transductor bifrecuencial.



Figura 6. Fotografía de la instalación del transductor en la borda del barco. El GPS se encuentra sobre el mismo eje que el transductor.

En el interior de la embarcación, se dispondrán los equipos informáticos y fuente de alimentación, de forma que no intervengan en la seguridad marítima, estén a salvo de las inclemencias del tiempo y puedan ser manejados con facilidad por parte del personal técnico.



Figura 7. Fotografía de la instalación a bordo de la embarcación.

6.1.3. Calibración de los equipos.

En el caso de un levantamiento batimétrico con ecosonda monohaz, es necesario calibrar dicho equipo con el perfil de la velocidad del sonido de la columna de agua de

la zona de estudio. Este perfil es empleado como apoyo al cálculo de la profundidad por parte de la ecosonda monohaz, ya que la profundidad determinada es función del cálculo entre la velocidad del sonido y el tiempo que el haz acústico emplea en volver de la superficie del fondo. Es importante realizar dicho perfil en la zona de máxima profundidad del área de estudio, así como en áreas donde el perfil puede variar debido a la influencia de aguas con carácter térmico y salino diferentes.

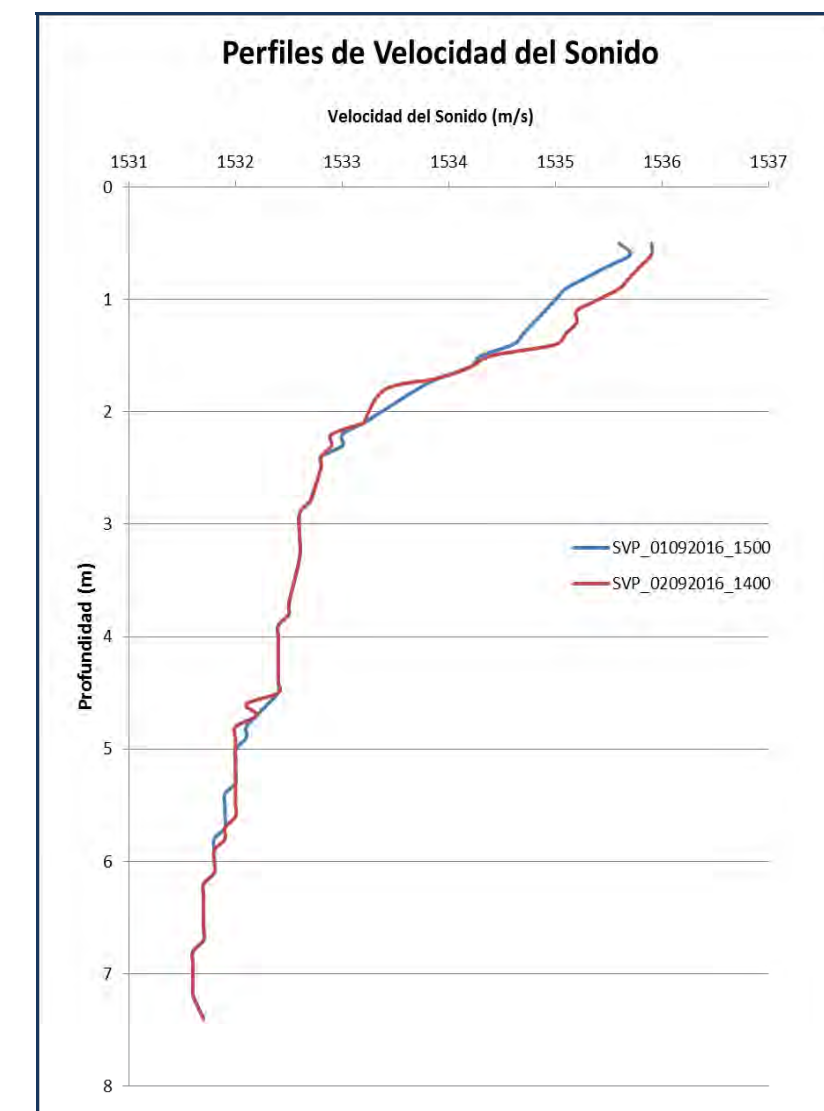


Figura 8. Perfiles de velocidad del sonido en la columna de agua realizados previo al comienzo de los trabajos.

6.1.4. Adquisición de datos batimétricos.

Una vez creado el proyecto de líneas y calibrado el equipo, la adquisición de datos se realiza a través del software de hidrografía Hypack. Dicho software se encarga de recibir, sincronizar y guardar todos los datos recibidos de los distintos periféricos (GPS y sondador).

Durante la adquisición de datos, el GPS RTK Zenith 25 envía los datos de posición al software con una tasa de actualización de 5 Hz. Este receptor dispone de 12 canales en paralelo, lo que hace posible seguir simultáneamente todos los satélites de la constelación que en la mejor de las circunstancias pueden aparecer por encima del horizonte. A partir de la recepción de las señales del satélite, el receptor sincroniza su reloj con el del satélite y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación", método que se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los satélites. Conociendo además las coordenadas (emitidas dentro del mensaje o señal del satélite) de cada uno de ellos, se obtiene las coordenadas reales del punto de medición. La corrección diferencial RTK se obtiene a partir de una red de estaciones en tierra pertenecientes a la Red Andaluza de Posicionamiento (en adelante RAP), y mediante una conexión vía GPRS el GPS se conecta a la estación en tierra más cercana para recibir las correcciones, de ese modo la precisión del GPS es centimétrica, tanto en horizontal como en vertical.

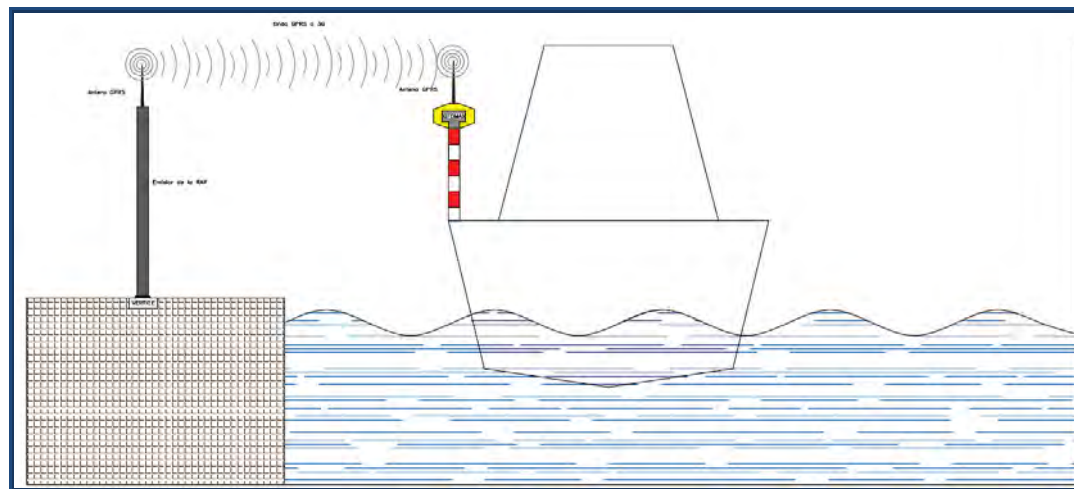


Figura 9. Esquema que representa la recepción de la corrección RTK vía GPRS emitida por la Red Andaluza de Posicionamiento.

Dada la precisión en vertical del GPS RTK, se tomarán esos datos para la aplicación de marea en el mismo instante del levantamiento. Esto mejora la calidad del levantamiento, ya que la altura de la marea medida es justo la que acontece en la embarcación. En otros métodos, como el de la instalación del mareógrafo, la diferencia de marea aumenta conforme el barco se aleja del punto cercano al mareógrafo.

La ecosonda Navisound 420 es la encargada de proporcionar los datos de profundidad. Para ello, la ecosonda emite un haz acústico de frecuencia determinada, que se propaga en todas las direcciones, al llegar a la superficie del fondo es reflejado hacia la superficie del agua, donde es recibido por el hidrófono de la ecosonda, determinando el intervalo de tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del haz.

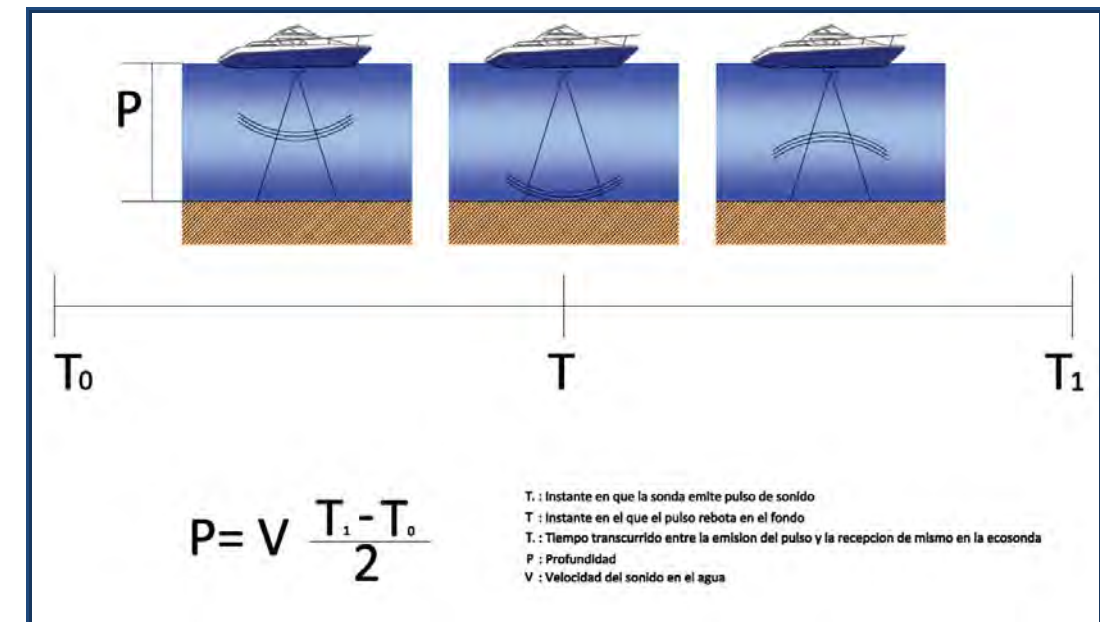


Figura 10. Determinación de la profundidad a partir de un haz acústico.

La ecosonda Navisound posee dos canales para cada una de las frecuencias que es capaz de emitir y recibir simultáneamente. Dichas frecuencias son 33 y 210 KHz, empleando con prioridad la frecuencia de 210 KHz por aportar mayor precisión, y dejando la frecuencia de 33 KHz como complemento en la corrección de ecos falsos o determinación de una capa de fango de baja densidad.

Los datos de profundidad calculados se transcriben a un papel de forma instantánea, realizando de esta forma un registro de los datos que no se pueden alterar con posterioridad. Para conseguir una perfecta correlación entre el registro de papel en el

sondador, que gira a una velocidad que se determina al comenzar el trabajo, y el registro digital, se realizan simultáneamente marcas identificadas por un número, tanto en el rollo de papel como en el registro digital, de manera que de una forma rápida y precisa pueda identificarse una sonda en el rollo de papel con su correspondiente valor digital y viceversa. Así se podrá corregir cualquier tipo de ruido registrado por el sondador digital. Una vez que el Hypack recibe todos los datos desde los distintos equipos, el patrón debe seguir el proyecto de líneas programado y gobernar la embarcación ayudado por las indicaciones de la pantalla del ordenador, que le va mostrando, por medio de alarmas visuales y sonoras, cuándo se separa de la línea más de una cantidad especificada, y también cuándo existe algún problema en algún periférico, como podría ser la pérdida de correcciones diferenciales.

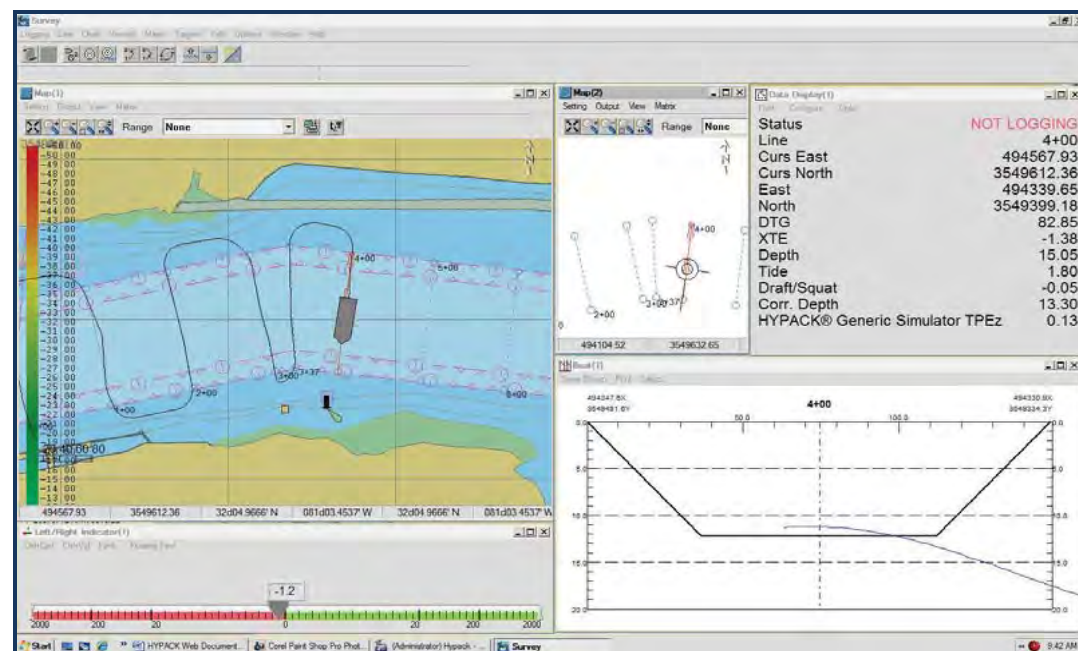


Figura 11. Pantalla del módulo de adquisición de datos del software hidrográfico Hypack.

6.1.5. Edición de los datos batimétricos.

Una vez realizada la campaña batimétrica, ya en gabinete, se editan los datos adquiridos mediante el módulo de edición del software Hypack. La edición de los datos se basa en la corrección de ecos falsos, aplicación de mareas, exportación de los datos a distintos formatos.

La corrección de ecos falsos elimina aquellas profundidades erróneas producidas por el ruido de la hélice de la embarcación, partículas en suspensión, burbujas de aire, cardúmenes de peces, etc. Esta corrección bien puede ser ejecutada mediante la aplicación de filtros o manualmente.

Finalizado este proceso, se realiza una selección espacial de las sondas, escogiendo aquellas que se van a representar en el plano según su escala y en base a unos criterios de selección establecidos, los cuales son: sondas mínimas, sondas máximas o selección aleatoria de sondas. Se ha utilizado el criterio de seleccionar sondas aleatoriamente, a una distancia entre ellas equivalente al medio centímetro gráfico de la escala del plano, es decir, cada 5 metros para un plano de escala 1:1000.

Los planos obtenidos en formato DXF se exportan a un programa de explotación de datos geográficos. El curvado de los veriles de sondas se realiza utilizando un modelo digital del terreno, creado con todas las sondas seleccionadas, y una vez tratadas con el programa de visualización de datos.

De forma paralela, se exporta un archivo XYZ en formato texto que será empleado para fundirlo con los datos de topografía y realizar el modelo digital del terreno con la resolución máxima que permitan los datos.

6.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La tecnología para la realización de topografía ha evolucionado exponencialmente, desde la llegada de la informática. Hoy en día, la entrada de la tecnología GPS en el campo de la topografía ha supuesto un gran avance en versatilidad. Por esta razón, Tecnoambiente se ha equipado con el último modelo de GPS para topografía de la casa Geomax, el modelo Zenith 25.

6.2.1. Fundamento teórico.

Para la consecución de los levantamientos topográficos, el Zenith 25 posee un receptor móvil (Rover) capaz de recibir la señal de los satélites, y calcular la posición en coordenadas geográficas en el sistema de referencia WGS 84. Esta posición no tiene la suficiente precisión como para llevar a cabo trabajos de topografía como los contemplados en este trabajo. Debido a esta razón, es necesaria la corrección diferencial de precisión subcentimétrica que puede ser recibida, básicamente, por dos medios: vía radio o vía GPRS. Estas correcciones diferenciales pueden ser emitidas por una estación base propia, instalada en un vértice conocido, o por una red de estaciones de vértices geodésicos.

En Andalucía, se ha creado la RAP (Red Andaluza de Posicionamiento) que tiene como objetivo principal solucionar el problema del posicionamiento en el territorio andaluz. Esta red ha sido desarrollada por el Instituto de Cartografía Andalus y el Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía de la Universidad de Cádiz. La red RAP está constituida por 22 estaciones permanentes de seguimiento de satélites GPS homogéneamente distribuidas en el territorio andaluz. Dicha red se ha diseñado y desarrollado para conformar el marco de referencia geodésico de Andalucía, en base a vértices geodésicos.



Figura 12. Red de estaciones pertenecientes a la RAP.(Fuente: Red Andaluza de Posicionamiento).

Dicha red provee datos GPS para cálculo en postproceso de coordenadas geodésicas referidas al sistema ETRS89 y suministrar correcciones diferenciales RTK y DGPS vía radio, Internet y telefonía móvil para posicionamiento absoluto en tiempo real. Dependiendo de la metodología utilizada se obtendrán diferentes precisiones en los resultados.

En este punto, las coordenadas geográficas deben transformarse mediante la proyección UTM (descrita anteriormente), a coordenadas cartesianas, en el mismo huso utilizado para la proyección UTM del levantamiento batimétrico. En este caso, el Huso 29. No obstante, la coordenada en "Z" es una cota elipsoidal, estos es la altura medida por GPS sobre el elipsoide de referencia, y debe transformarse a altura ortométrica (sobre el geoide), tal y como se observa en la figura.

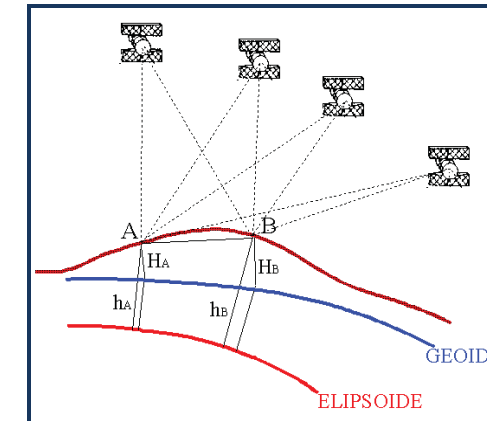


Figura 13. Esquema de relación entre el Geoide y Elipsoide. (Fuente: IGN)

Esta transformación, también es llevada a cabo por el programa TCP-GPS que aplica el geoide EGM 08 - RAP para el cambio de la altura elipsoide a ortométrica. El EGM 2008 - RAP es el nuevo modelo geopotencial publicado por la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) y el Earth Gravitational Model Development Team, más completo y preciso obtenido hasta el momento, que en el caso de España, está apoyado en la Red de Alta Precisión (RAP), desarrollada por el Instituto Geográfico Español. Así las cotas quedan referidas al Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA).

Para este caso concreto en que hay que referirlas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina. En la siguiente tabla se muestran las correcciones aplicadas para pasar del NMMA al Cero Hidrográfico.

PUERTO	CORRECCIÓN (m)
Puerto de Isla Cristina	+1.745

6.2.2. Metodología.

Para llevar a cabo la realización de un trabajo topográfico se debe determinar el tipo de levantamiento topográfico más apropiado para la zona de estudio. En este caso, se ha tomado el mismo proyecto de líneas que el empleado en el levantamiento batimétrico. El levantamiento se realizó en condiciones de bajamar, al objeto de alcanzar cotas más bajas del intermareal y así solapar con el levantamiento batimétrico.

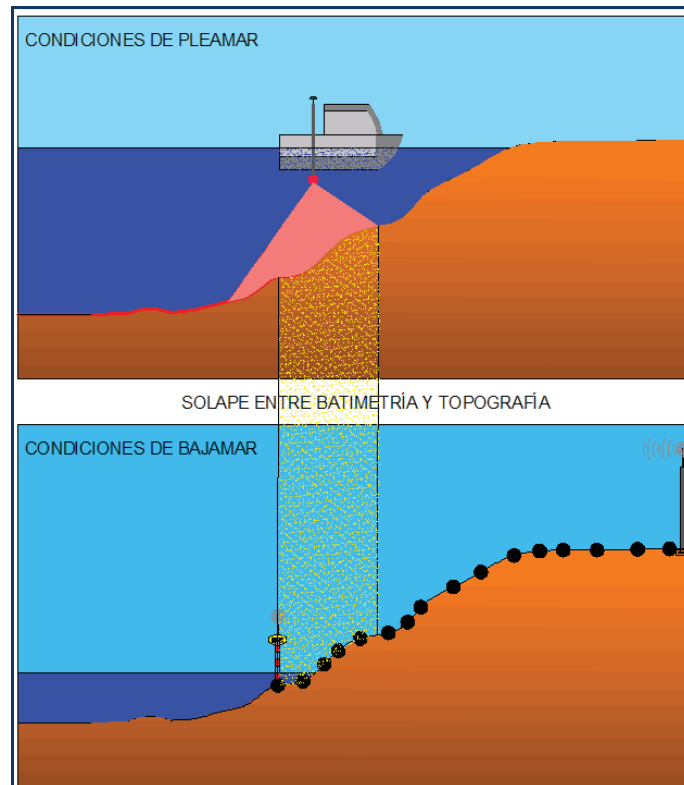


Figura 14. Metodología de solape entre Batimetría y topografía.

Una vez determinado el tipo de levantamiento se debe de crear el proyecto de topografía en el software TCP-GPS. En este proyecto se debe determinar a priori el sistema de referencia geodésico. En el caso del presente estudio, el levantamiento topográfico se realizará en ETRS 89, proyección UTM Huso 29N y cotas referidas al cero hidrográfico de la zona de estudio al igual que el levantamiento batimétrico. Esto debe ser así para poder complementar unos datos con otros, y poder crear el modelo digital coherente y completo de la zona.

Desde gabinete y con conocimiento de las condiciones de la zona de estudio, se ha optado por realizar el levantamiento topográfico mediante GPS y recepción en tiempo real de correcciones diferenciales de precisión subcentimétrica vía GPRS, las correcciones diferenciales están basadas en solución de red a través del servicio iMAX red automática.

Antes de comenzar el levantamiento, se instala el receptor en el jalón y se mide la altura de este con precisión. Esta medida será introducida en el proyecto de TCP-GPS para los cálculos de la posición.

Una vez realizado todo el levantamiento, los datos serán descargados en gabinete y comparados con datos registrados anteriormente y con los datos batimétricos en aquellos puntos comparables. Esto último se aplica como control de calidad.

6.3. CARACTERIZACIÓN DE SEDIMENTOS

Además del levantamiento topobatimétrico, se realizó una campaña de toma de muestras a lo largo de la zona de estudio. Se establecieron 5 perfiles equidistantes entre si al objeto de caracterizar el tipo de sedimento existente de la forma más precisa. Las muestras se tomaron a distintos niveles, a saber, +2m, +1m, 0m, -1m, -2m.

En la siguiente tabla se presenta la localización de cada una de ellas.

Perfiles	Muestra	X	Y
P3	P 3 +2	659759.98	4119198.13
	P 3 +1	659762.28	4119177.44
	P 3 0	659764.46	4119155.17
	P 3 -1	659769.83	4119055.57
	P 3 -2	659776.03	4118988.01
P13	P 13 +2	655689.18	4118647.35
	P 13 +1	658770.25	4119044.01
	P 13 0	658770.25	4118995.87
	P 13 -1	658775.33	4118952.36
	P 13 -2	658782.94	4118869.98
P 23	P 23 +2	657769.25	4119008.52
	P 23 +1	657771.54	4118987.83
	P 23 0	657776.85	4118920.73
	P 23 -1	657779.09	4118865.97
	P 23 -2	657785.78	4118771.95
P 33	P 33 +2	656767.55	4118926.14
	P 33 +1	656766.40	4118901.98
	P 33 0	656770.72	4118853.56
	P 33 -1	656770.72	4118807.53
	P 33 -2	656781.83	4118741.94
P 43	P 43 +2	655673.14	4118857.48

Perfiles	Muestra	X	Y
	P 43 +1	655674.48	4118842.98
	P 43 0	655678.06	4118774.49
	P 43 -1	655682.98	4118714.92
	P 43 -2	655689.18	4118647.35

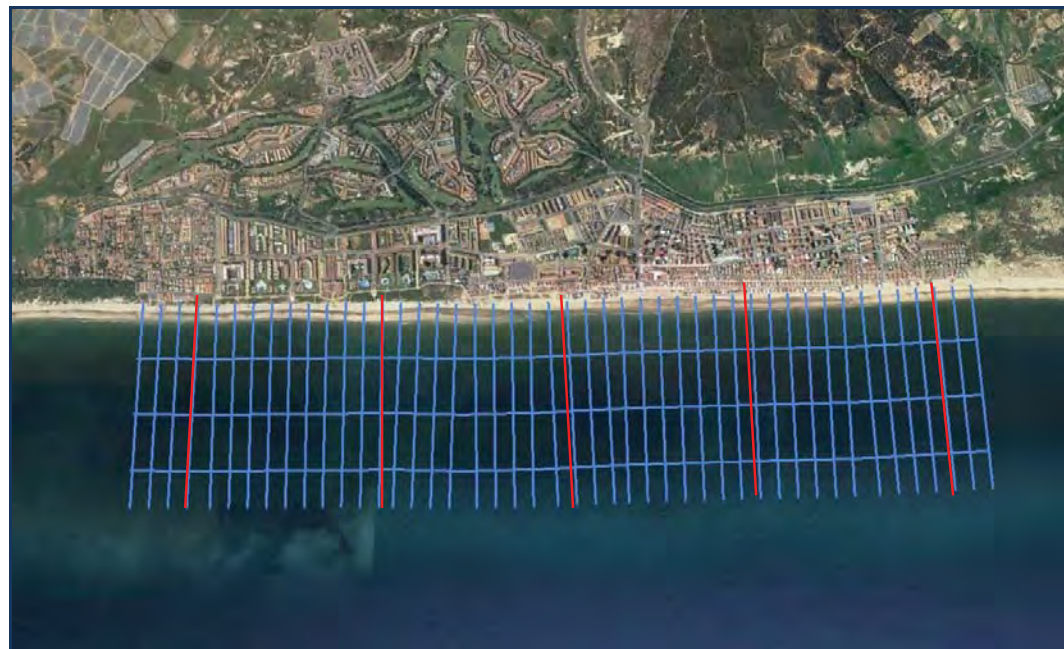


Figura 15. Posición de los perfiles de muestra.

Las muestras de sedimento superficial en la zona sumergida, se recogen desde la embarcación mediante una draga Van Veen. Tiene una superficie de muestreo de 400 cm² (20 x 20 cm), y penetra hasta 15 cm en sustratos limoso-arcillosos y 5-10 cm en arenosos. Para las muestras superficiales en la playa emergida, la técnica es eliminar la capa de sedimento superficial (1 cm) y excavar un cuadrado de 20 x 2 cm para tomar la muestra.

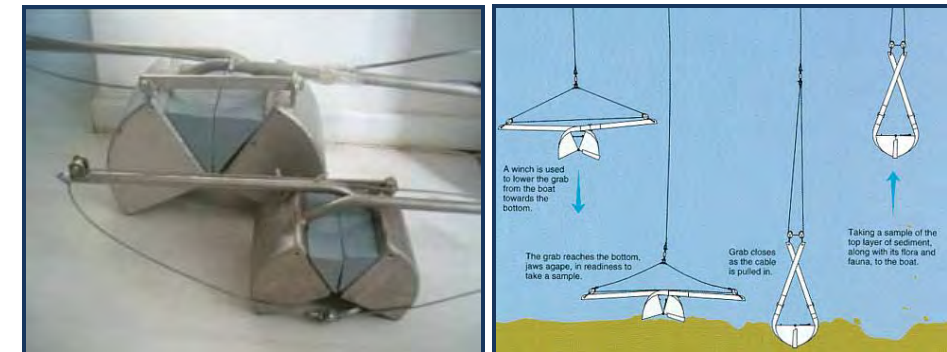


Figura 16. Draga Van Veen y su funcionamiento.

Para cada una de las muestras de la zona de estudio se determinaron los siguientes parámetros:

- Porcentaje de gruesos (PG).
- Porcentaje de finos (PF).
- Porcentaje de arenas (PA).
- Curva de distribución granulométrica, según diseño descrito en la mencionada norma, basada en una serie no inferior a 11 tamices, comprendidos entre 2 mm y 0,063 mm, ambos inclusive, con tamaños intermedios distribuidos de modo regular en este intervalo, según serie de tamices UNE 7050-3:19971 o equivalente y luces de malla: 2 mm, 1,4 mm, 1 mm, 0,710 mm, 0,600 mm, 0,500 mm, 0,355 mm, 0,250 mm, 0,180 mm, 0,125 mm y 0,063 mm.
- Cálculo del D50, entendido como el tamaño de luz de malla que dejaría pasar el 50% del material.
- Cálculo del D90, entendido como el tamaño de luz de malla que dejaría pasar el 90% del material.
- Densidad del sedimento.
- Desviación estándar del tamaño de la muestra.

Así mismo se determinó a tres muestras representativas del conjunto, los siguientes ensayos geotécnicos:

- Ángulo de rozamiento interno.
- Ángulo de rozamiento tras avalancha.
- Porosidad del material.

En la siguiente tabla, se presentan los principales parámetros de cada muestra. Los resultados completos de las granulometrías y ensayos geotécnicos en las muestras tomadas se presentan en el Anexo II. Resultados Granulometrías.

Perfiles	Muestra	Densidad (g/ml)	Grueso %	Arenas %	Finos %	D50 (mm)
P3	P 3 +2	1.7	7	92.8	0.2	0.35
	P 3 +1	1.5	0.1	99.2	0.7	0.34
	P 3 0	1.9	0.05	98.25	1.7	0.27
	P 3 -1	1.8	0	100	0	0.20
	P 3 -2	1.9	0.16	95.72	4.1	0.20
P13	P 13 +2	1.6	0.22	99.08	0.7	0.31
	P 13 +1	1.7	0	100	0	0.55
	P 13 0	1.8	0.24	98.16	1.6	0.31
	P 13 -1	1.8	0	100	0	0.23
	P 13 -2	1.8	0	98.5	1.5	0.22
P 23	P 23 +2	1.7	0.18	99.62	0.2	0.31
	P 23 +1	1.6	0.23	99.53	0.24	0.35
	P 23 0	1.9	0.15	99.70	0.15	0.27
	P 23 -1	1.9	0	97.30	2.70	0.20
	P 23 -2	1.9	0.24	97.67	2	0.21
P 33	P 33 +2	1.8	0	100	0	0.51
	P 33 +1	1.6	1.1	98.30	0.6	0.62
	P 33 0	1.8	0.3	99.10	0.6	0.24
	P 33 -1	1.9	0.35	99.30	0.35	0.22
	P 33 -2	1.5	0.3	99.40	0.3	0.22
P 43	P 43 +2	1.6	0.16	99.68	0.16	0.34

Perfiles	Muestra	Densidad (g/ml)	Grueso %	Arenas %	Finos %	D50 (mm)
	P 43 +1	1.7	0	100	0	0.35
	P 43 0	1.9	0.13	98.67	1.20	0.54
	P 43 -1	1.9	0.24	99.52	0.24	0.22
	P 43 -2	1.8	0.30	97.60	2.10	0.21

7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez editados los datos adquiridos, se ha realizado un modelo digital del terreno (MDT), del que se muestra una imagen.

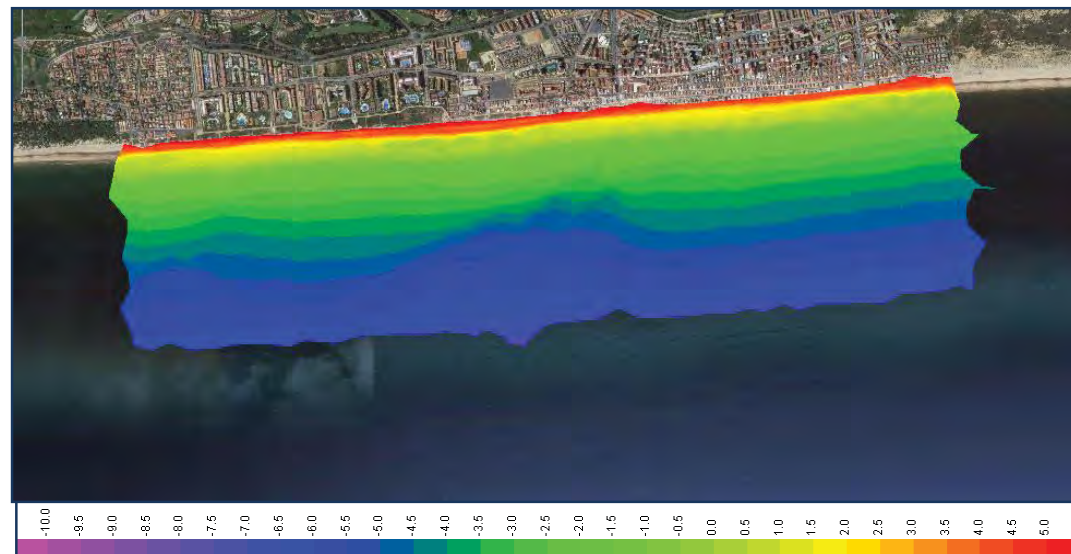


Figura 17. Modelo digital del terreno realizado en el área de estudio a partir de datos del levantamiento topobatimétrico.

La zona de estudio llega a una profundidad de -7 m. en la zona más profunda mientras que la las cotas alcanzadas con la topografía en playa seca han alcanzado valores máximos de +6.2 m. Mencionar que se observó, durante la realización del levantamiento topográfico la existencia de un talud muy acentuado en la zona del intermareal.

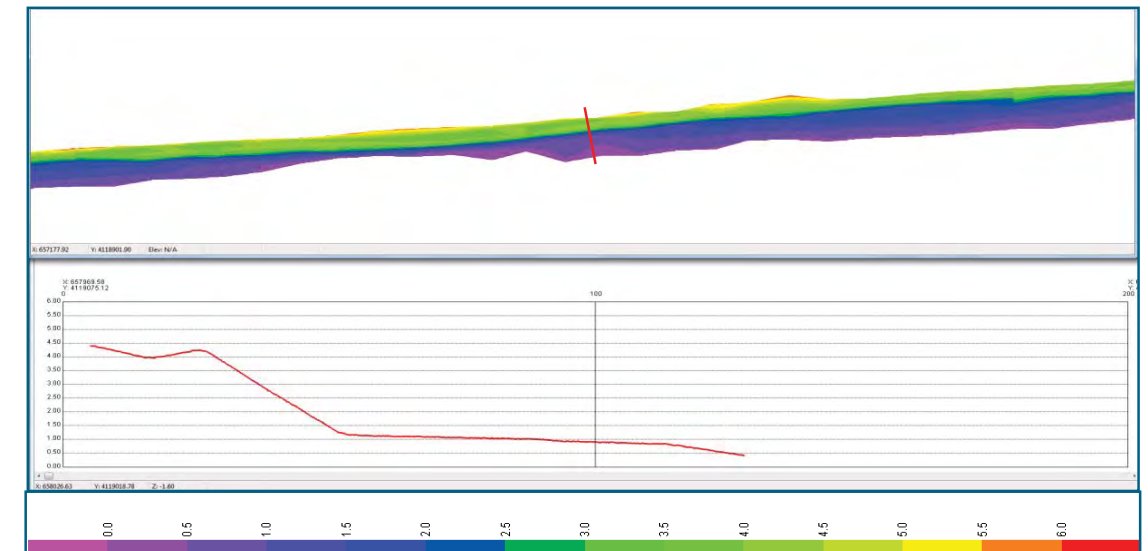


Figura 18. Modelo digital del terreno correspondiente al levantamiento topográfico y representación de un perfil del mismo.

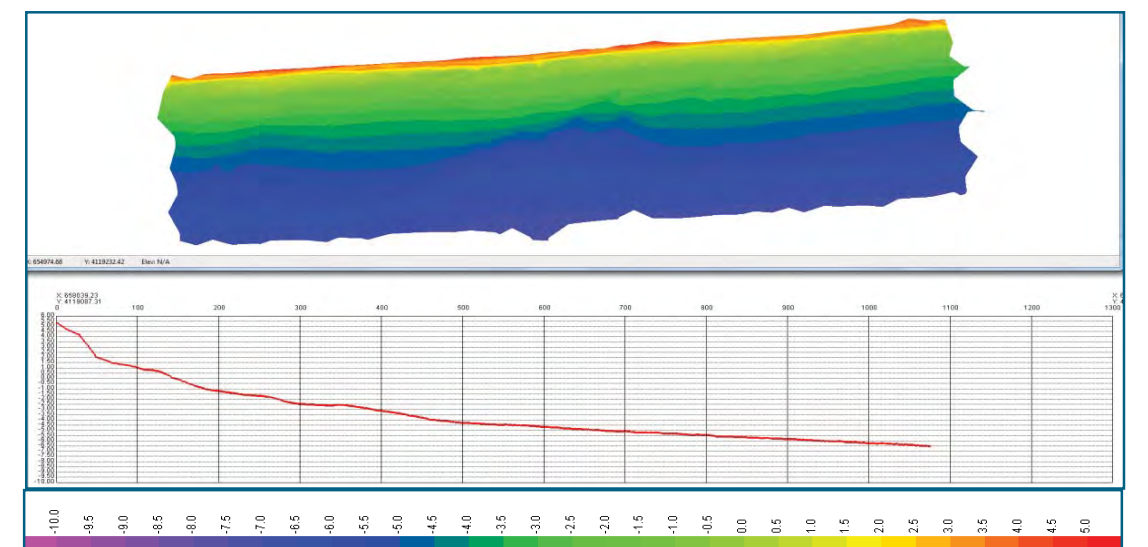


Figura 19. Modelo digital del terreno correspondiente al levantamiento topobatimétrico y representación de un perfil del mismo.

8. FIRMAS

En Jerez de la Frontera, 20 de octubre de 2016

745



Fdo. Sylvia Costa
Responsable de proyectos

Receptor GPS

Marca: GEOMAX **Modelo:** ZENITH 25



Descripción del sistema

Zenith 25 combina tecnología en combinar los tres sistemas de posicionamiento satelital GPS, GLONASS y GALILEO, Posee tecnología Q-Lock™ rastrea todos los satélites con la mayor potencia de la señal y realiza comprobaciones periódicas independientes para asegurarse de que puede trabajar incluso en entornos difíciles, como cañones urbanos o bajo vegetación densa. Todo esto se combina en un sistema lo suficientemente robusto como para soportar caídas de 2 m y una completa inmersión bajo el agua.

Tecnología de seguimiento G3

- 120 canales Universales admiten todas las señales de posicionamiento satelital actuales y futuras
- Todas las señales de los sistemas GPS, Glonass y Galileo
- Sistema de Diseño Avanzado
- Baterías intercambiables
- Li-ION recargables o alcalinas
- Diseño totalmente sin cable
- Sistema de Montaje R

Memoria & Comunicación

- Acceso fácil tarjetas SD y SIM
- Radio 800,900,1800 y 1900MHz
- GS/GPRS opcional interno
- Tecnología sin cables Bluetooth
- Alojamiento de Magnesio resistente
- Construcción I-Beam para sobreesfuerzo
- Diseño resistente al agua
- Resiste caídas desde 2 m en concreto
- Puertos externos sellados

Combinación del Zenith con una controladora

- Serie FC de controladoras de campo
- Pantalla táctil color
- Entorno gráfico Windows
- Tecnología inalámbrica Bluetooth

ANEXO I. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

Sondador

Marca: RESON **Modelo:** NAVISOUND 420



Descripción del sistema:

Este modelo de ecosonda monohaz se caracteriza por tener doble frecuencia simultánea (33 y 210 KHz) y así, además de determinar la profundidad, poder discernir la capa de fangos, muy útil para dragados en este tipo de sedimentos. De dimensiones ligeras, puede operar hasta profundidades de 1200 m. El técnico en función de la tipología de fondo a prospectar tiene numerosas configuraciones para personalizar que puede guardar para posteriores campañas.

Especificaciones técnicas del transductor

- Frecuencia de los haces: 33 y 210 KHz
- Precisión:
 - Haz de 210 KHz: 0.12% de la escala +/- 1.5 cm
 - Haz de 33 KHz: 0.12% de la escala +/- 9.5 cm
- Ancho del Haz:
 - 210 KHz: 4.5°
 - 33 KHz: 9.5°

Características específicas del sondador

- Control de potencia y longitud del pulso Manual
- Rango de la velocidad del sonido en el agua: 1350 – 1600 m/s
- Registro en papel térmico
- Resolución del gráfico: 1400 pixeles
- Modulo de calibración con la velocidad del sonido
- 3 puertos series para la comunicación con el programa de navegación, otro para el input del compensador de oleaje y un auxiliar.
- Rango y potencia de transmisión seleccionable.
- Modo automático de ganancias.
- Control de calidad de datos mediante el "Time Gate"
- Modo de transmisión seleccionable entre "Top mode", TVG, AVG, primer eco, segundo eco y eliminación de Ceros.

Perfil de Velocidad del Sonido Portátil

Marca: Valeport **Modelo:** Midas SVP



Descripción del sistema

El SVP Midas es el Nuevo nombre para el modelo renovado de Valeport 650 Mk2, y este ofrece la mayor precisión posible actualmente, en perfiladores de velocidad del sonido. Usando también el sensor de velocidad del sonido en tiempo real mas utilizado a nivel mundial, este instrumento también dispone de un sensor de presión con precisión $\pm 0.01\%$, y las características de técnicas de muestreo sincronizados que garantiza que todos los sensores estén muestreando el mismo punto durante un perfil.

Modo de muestreo:

- Continuo: salidas normales para todos los sensores de 1, 2, 4 o 8 Hz.
- Muestreo puntual siguiendo un patrón de lectura.
- Realización del perfil de la columna de agua a intervalos de profundidad determinada

Rango de Medición:

- Alcance 1375-1900 m/seg.
- Resolución: 0.001 m/seg.
- Precisión de la velocidad: +/- 0.002 m/seg.

Características físicas:

- Peso: 11.5 kg. (en aire), 8.5 (kg en agua)
- Peso en navegación: 29 kg

Características eléctricas:

- Interna: 8 x C celdas, 1.5v Alcalinas
- Externa: 9- 20v DC
- Potencia: <100 mW
- Durabilidad de batería: <100 horas.

Precisión detallada:

- Presión: +/- 0.01%
- Temperatura: +/- 0.01 ° C

Software de hidrografía

Marca:HYPACK **Versión:** 2009



HYPACK provee todas las herramientas necesarias para efectuar campañas tanto hidrográficas, sónar de barrido lateral y magnetómetros. Con más de 4000 usuarios alrededor del mundo, provee herramientas para diseñar la campaña, adquirir los datos, aplicar correcciones a las sondas, plotear planos, exportar datos a otros software, calcular volúmenes, generar contornos, generar mosaicos de sónar y crear o modificar cartas náuticas electrónicas.

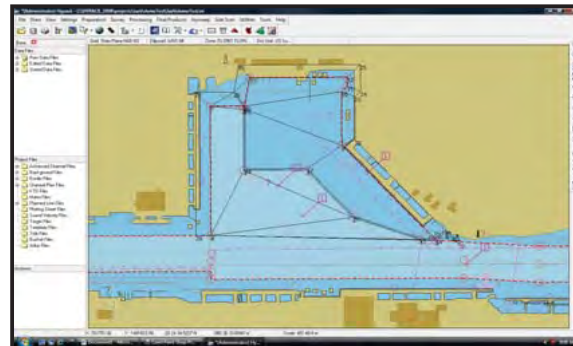
Diseño de Campañas.

Hypack contiene una herramienta rápida para diseñar las campañas hidrográficas. Esta te permite configurar los parámetros geodésicos, importar cartas náuticas, y configurar el equipo hidrográfico (tipo de equipo, información de las conexiones entre ellos y la posición de los distintos equipos con respecto a la embarcación). Además, permite el crear el conjunto de líneas del proyecto mediante entrada manual o diversos patrones.

Esta información se almacena de forma automática, en un directorio llamada proyecto, permitiendo cargar rápidamente información de anteriores campañas.

Adquisición de datos.

El entorno de Hypack para adquirir datos permite la entrada de GPS, datos batimétricos de ecosondas, magnetómetros, instrumental telemétrico de mareas, y alrededor de 200 sensores más.



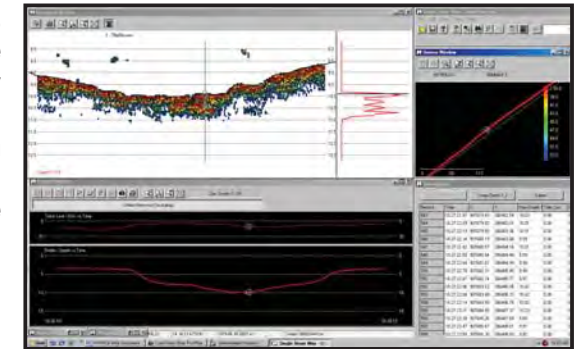
Edición de los datos batimétricos.

Hypack provee rutinas de selección de sondas así como, la edición gráfica de las mismas. Esto permitirá rápidamente preparar los datos batimétricos para el plotado, exportar a CAD u otros productos finales. Esta herramienta permite además, editar los perfiles de profundidad y tracklines, corrección del perfil de velocidad del sonido.

La selección final de sondas se puede realizar por diversas metodologías como mínimo, máximo, aleatoria, etc..

Cálculo de volúmenes.

Hypack permite calcular volúmenes tanto en perfiles como en modelos de superficie (Modelo TIN). Los perfiles y volumen se calculan a través de 20 métodos distintos. Que permitirán conocer el área y volumen del material de cada segmento del perfil, puede calcular también el área y volumen de los datos batimétricos con modelos de caja de dragados, etc...

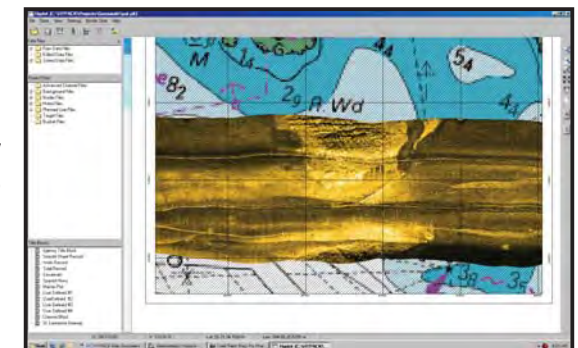


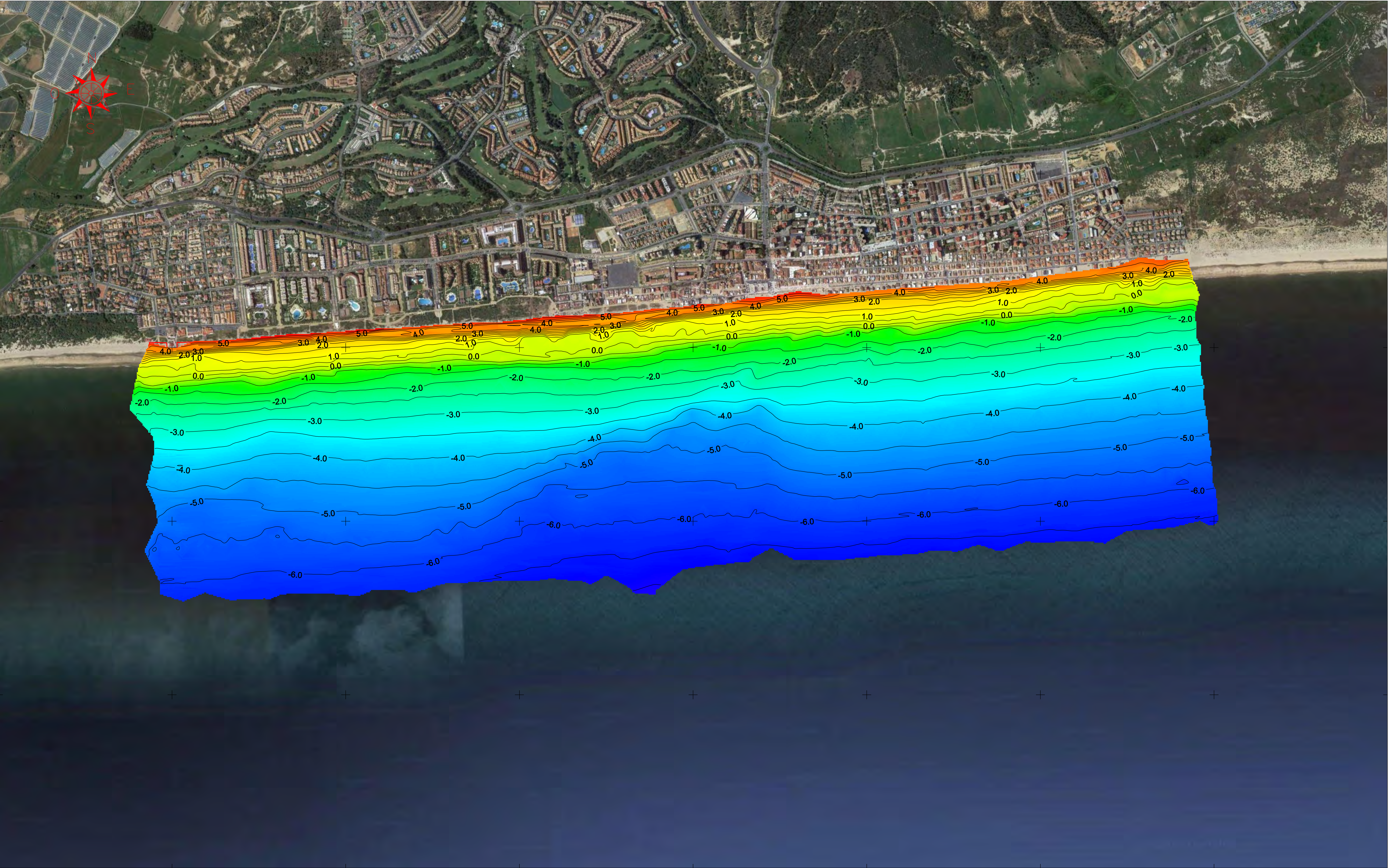
Módulo de Ploteado

Este entorno de Hypack permite mandar cualquier combinación de datos a una impresora plotter o archivo PDF. Todos los archivos de fondo pueden ser también ploteados. Esto permite crear plots con archivos de fondo, tales como ortofotos, planos en CAD, cartas electrónicas, superimpuestas a los datos de batimetría.

Modelo TIN

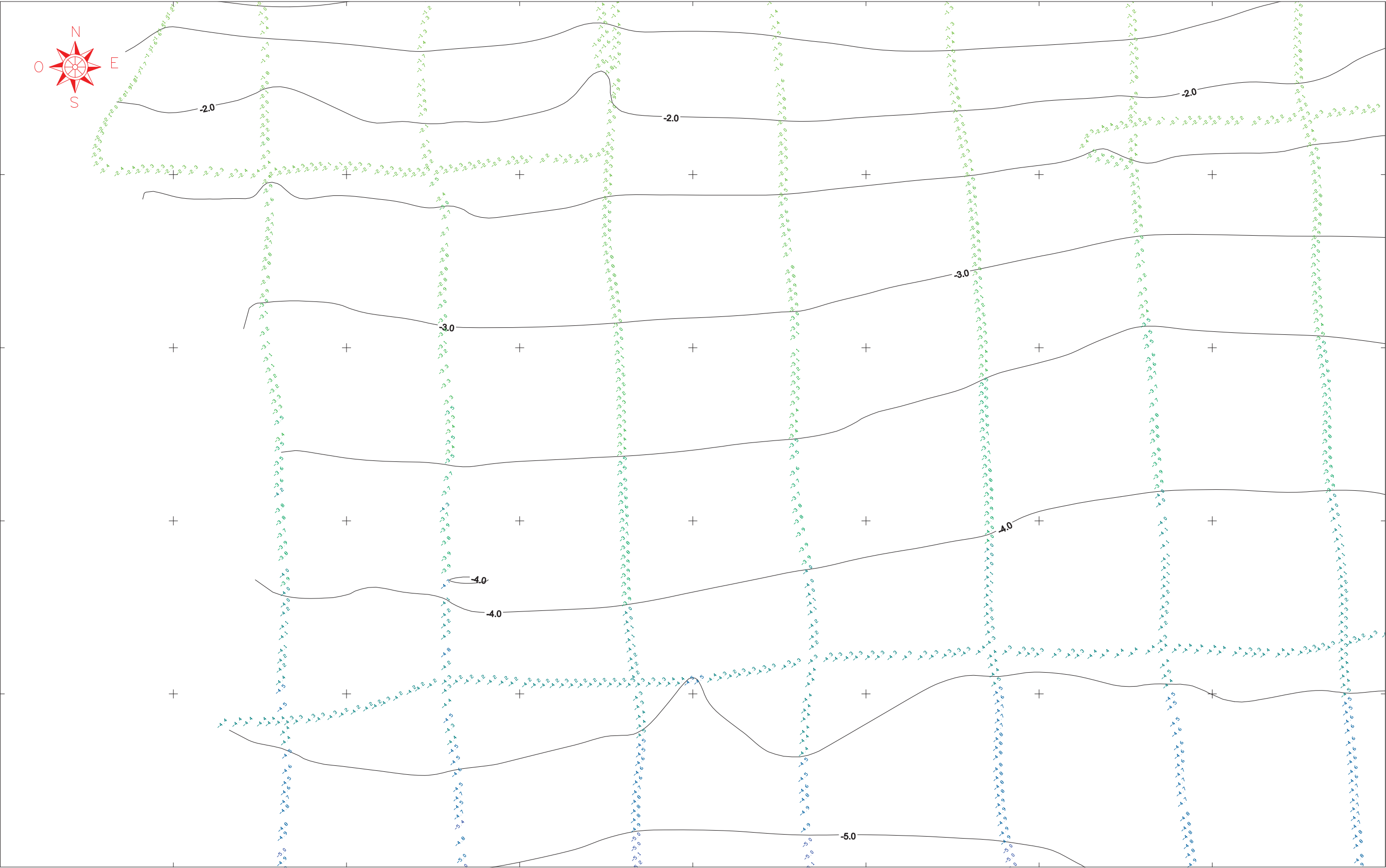
Este es el modulo de Hypack, que permite la creación de modelos de superficie a partir de datos batimétricos. El TIN (Red de Triangulación Irregular) provee altas precisiones del fondo y puede ser usada para generar gráficos en 3D, contornos, grids XYZ y cálculo de volúmenes.







PLANO 2



TÍTULO DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CARACTERIZACIÓN
SEDIMENTOLÓGICA EN LA PLAYA DE ISLANTILLA. T.M. LEPE (HUELVA)

TÍTULO DEL PLANO
PLANO TOPOGRÁFICO DE DETALLE

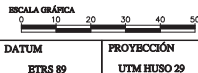
EXAMINADO POR

DIRECTOR TÉCNICO

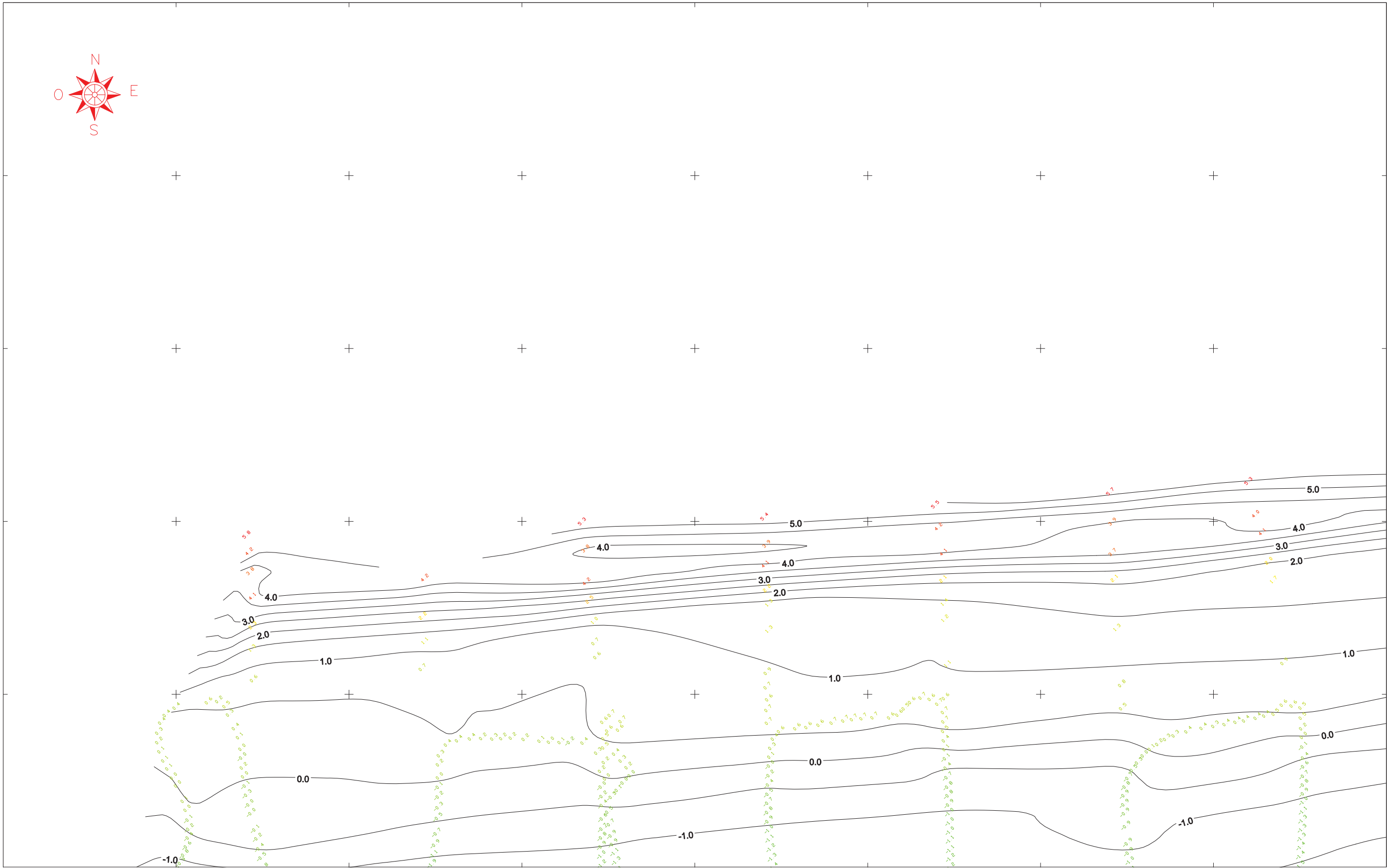
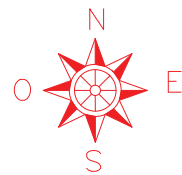
TÉCNICO RESPONSABLE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
La situación de las alturas y profundidades está en el punto decimal.
Las alturas y profundidades están referidas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina.

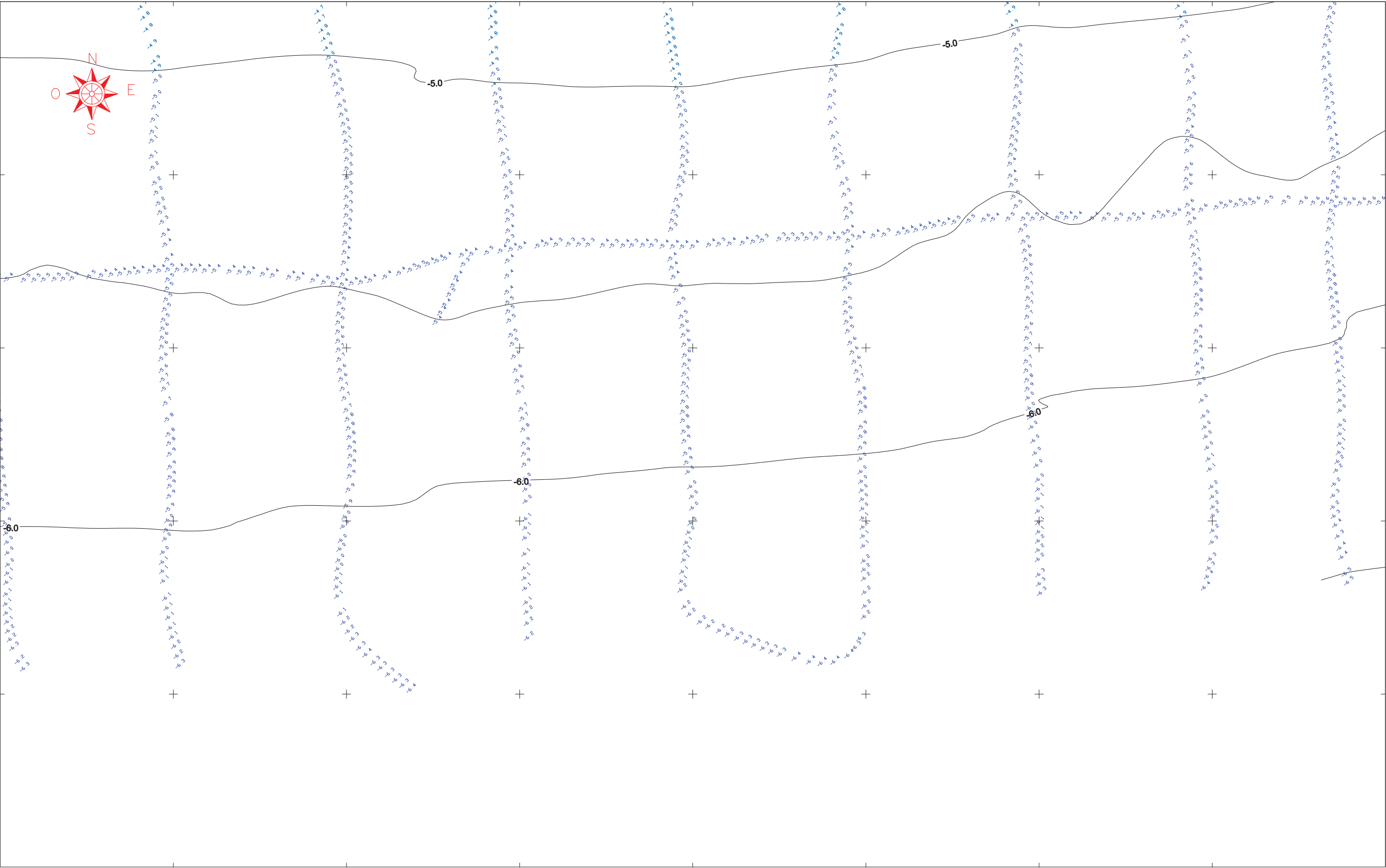
DISTRIBUCIÓN DE PLANOS	
1	2



FECHA		PLANO
02/09/2016		2 DE 18
PROYECCIÓN		ESCALA
UTM HUSO 29		1:1000



PLANO 4



TÍTULO DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO y CARACTERIZACIÓN
SEDIMENTOLÓGICA EN LA PLAYA DE ISLANTILLA. T.M. LEPE (HUELVA)

TÍTULO DEL PLANO
PLANO TOPOGRÁFICO DE DETALLE

EXAMINADO POR

DIRECTOR TÉCNICO

TÉCNICO RESPONSABLE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
La situación de las alturas y profundidades está en el punto decimal.
Las alturas y profundidades están referidas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina.

DISTRIBUCIÓN DE PLANOS

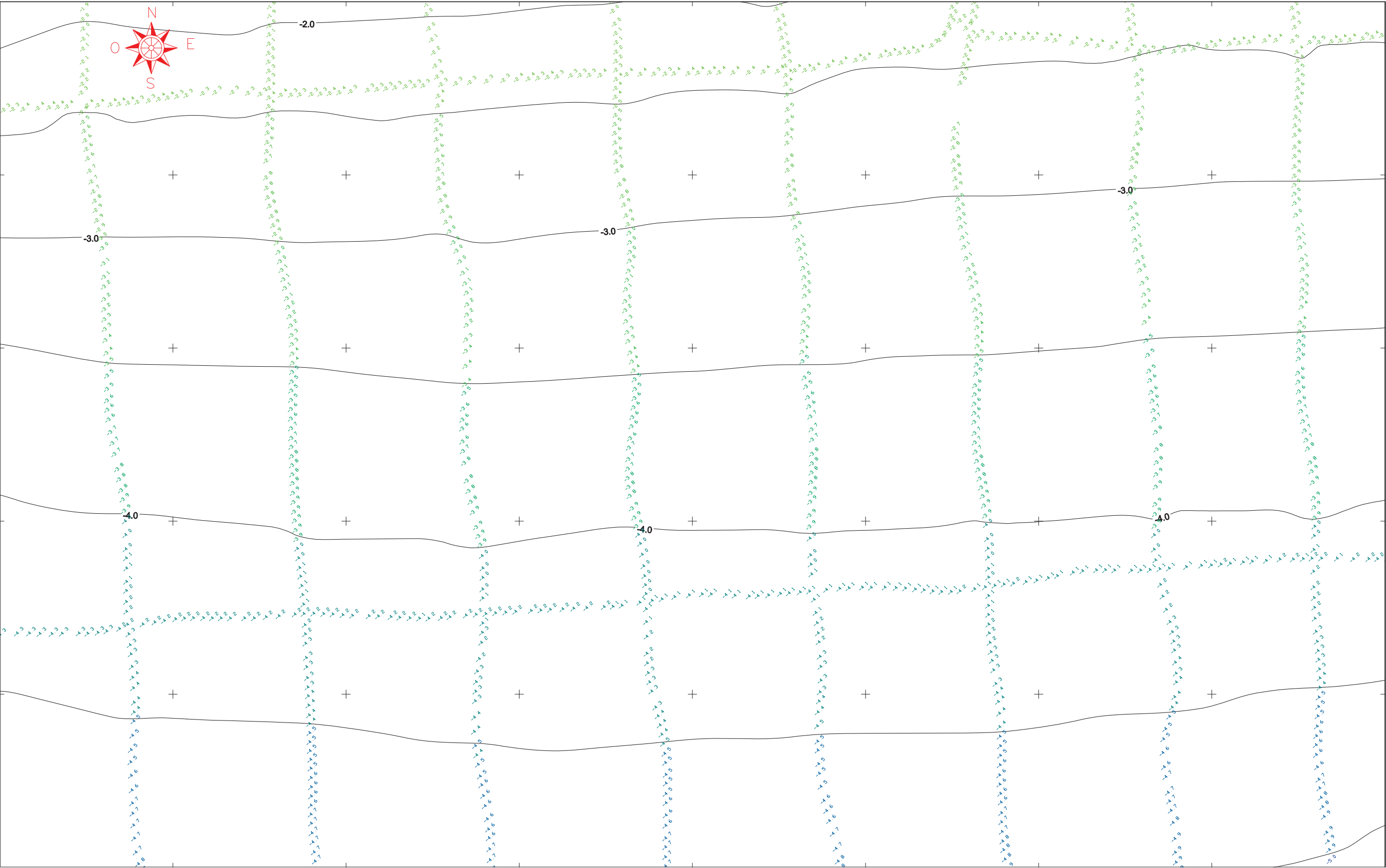
ESCALA DE COLORES

ESCALA GRÁFICA
0 10 20 30 40 50
DATUM
ETRS 89
PROYECCIÓN
UTM HUSO 29

FECHA
02/09/2016
RESERVA ALTIMÉTRICA
CERO HIDROGRÁFICO

PLANO
4 DE 18
ESCALA
1:1000

PLANO 5



TÍTULO DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO y CARACTERIZACIÓN
SEDIMENTOLÓGICA EN LA PLAYA DE ISLANTILLA. T.M. LEPE (HUELVA)

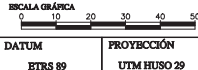
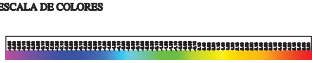
TÍTULO DEL PLANO
PLANO TOPOGRÁFICO DE DETALLE

EXAMINADO POR

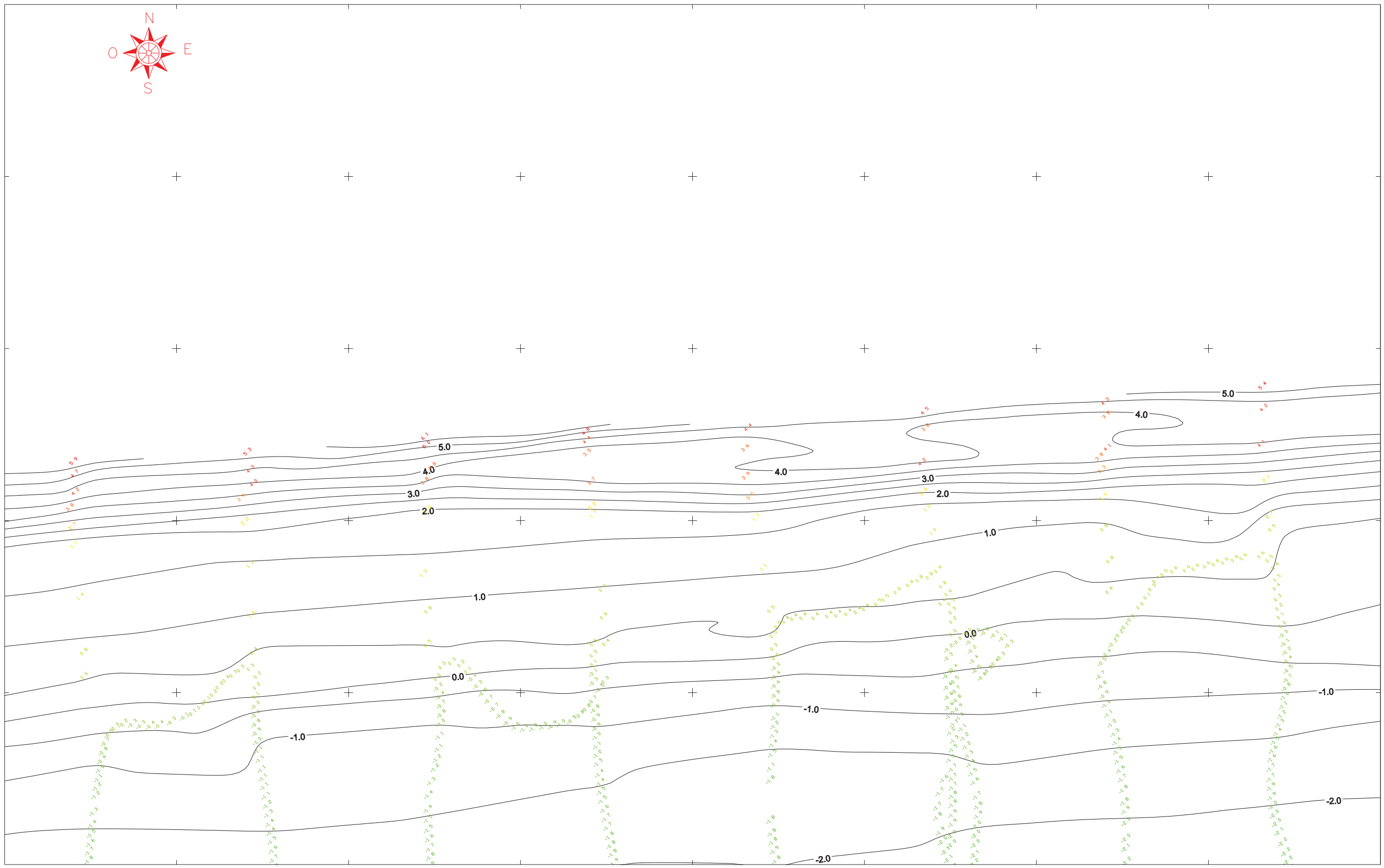
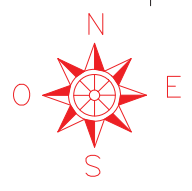
DIRECTOR TÉCNICO

TÉCNICO RESPONSABLE

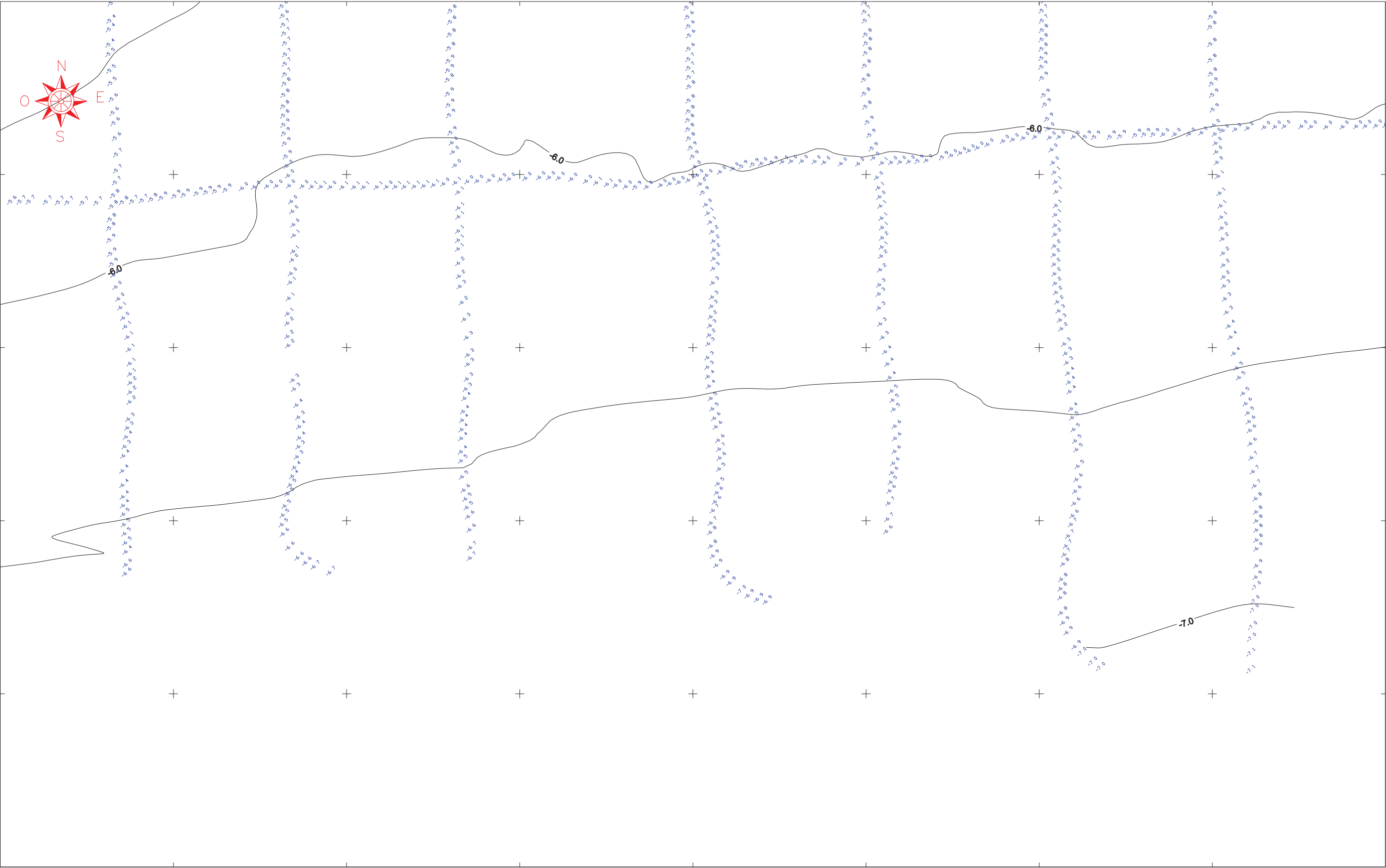
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
La situación de las alturas y profundidades está en el punto decimal.
Las alturas y profundidades están referidas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina.



FECHA
02/09/2016
PROYECCIÓN
UTM HUSO 29
RESERVA ALTIMÉTRICA
CERO HIDROGRÁFICO
PLANO
5 DE 18
ESCALA
1:1000



PLANO 7



TÍTULO DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CARACTERIZACIÓN
SEDIMENTOLÓGICA EN LA PLAYA DE ISLANTILLA. T.M. LEPE (HUELVA)

TÍTULO DEL PLANO
PLANO TOPOGRÁFICO DE DETALLE

EXAMINADO POR

DIRECTOR TÉCNICO

TÉCNICO RESPONSABLE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
La situación de las alturas y profundidades está en el punto decimal.
Las alturas y profundidades están referidas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina.

DISTRIBUCIÓN DE PLANOS

ESCALA DE COLORES

ESCALA GRÁFICA

DATUM
ETRS 89

PROYECCIÓN
UTM HUSO 29

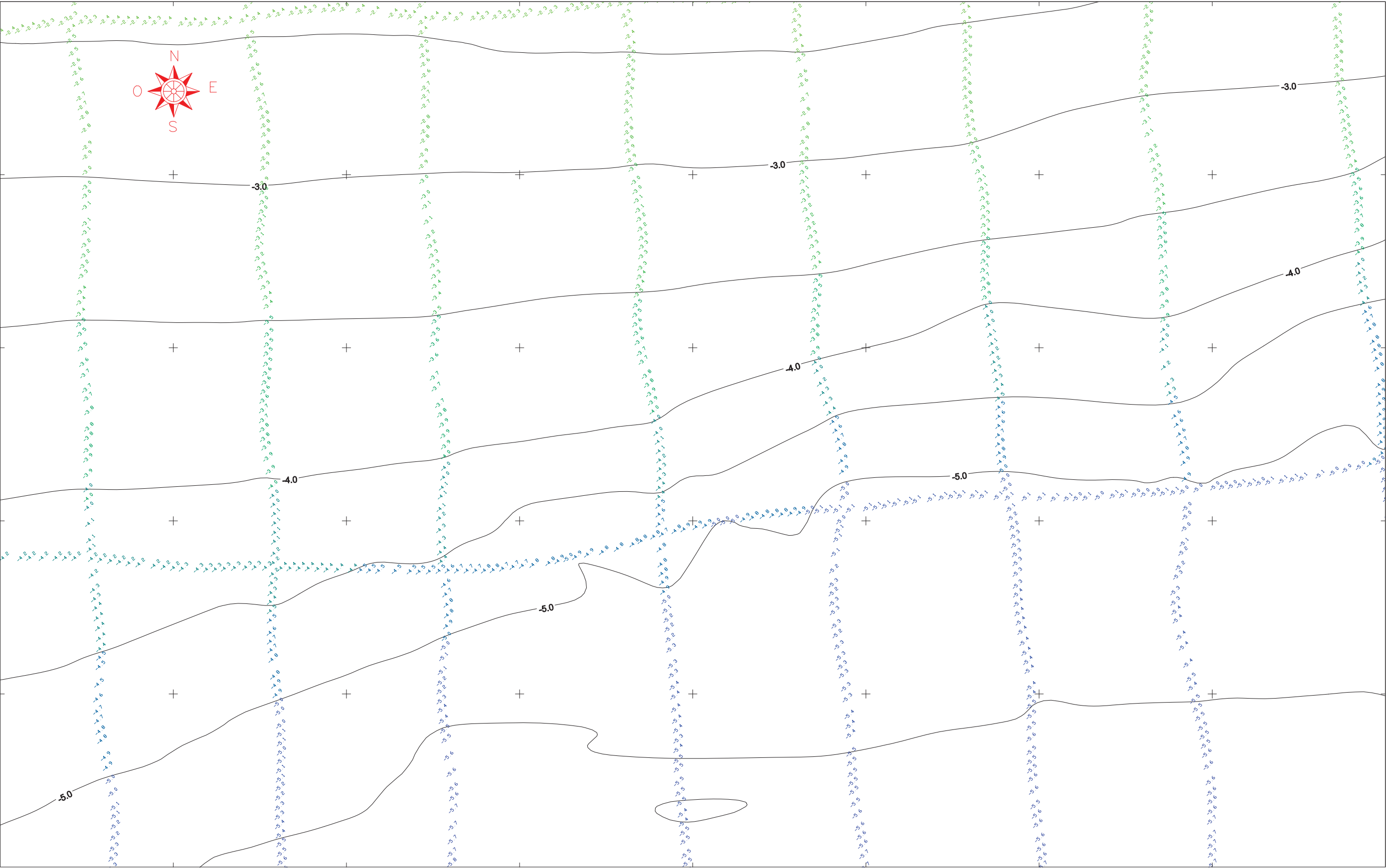
FECHA
02/09/2016

RESERVA ALTIMÉTRICA
CERO HIDROGRÁFICO

PLANO
7 DE 18

ESCALA
1:1000

PLANO 8



TÍTULO DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CARACTERIZACIÓN
SEDIMENTOLÓGICA EN LA PLAYA DE ISLANTILLA. T.M. LEPE (HUELVA)

TÍTULO DEL PLANO
PLANO TOPOGRÁFICO DE DETALLE

EXAMINADO POR

DIRECTOR TÉCNICO

TÉCNICO RESPONSABLE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA
La situación de las alturas y profundidades está en el punto decimal.
Las alturas y profundidades están referidas al Cero Hidrográfico del puerto de Isla Cristina.

DISTRIBUCIÓN DE PLANOS

ESCALA DE COLORES

ESCALA GRÁFICA
DATUM
ETRS 89

PROYECCIÓN
UTM HUSO 29

FECHA
02/09/2016
RESERVA ALTIMÉTRICA
CERO HIDROGRÁFICO

PLANO
8 DE 18
ESCALA
1:1000

