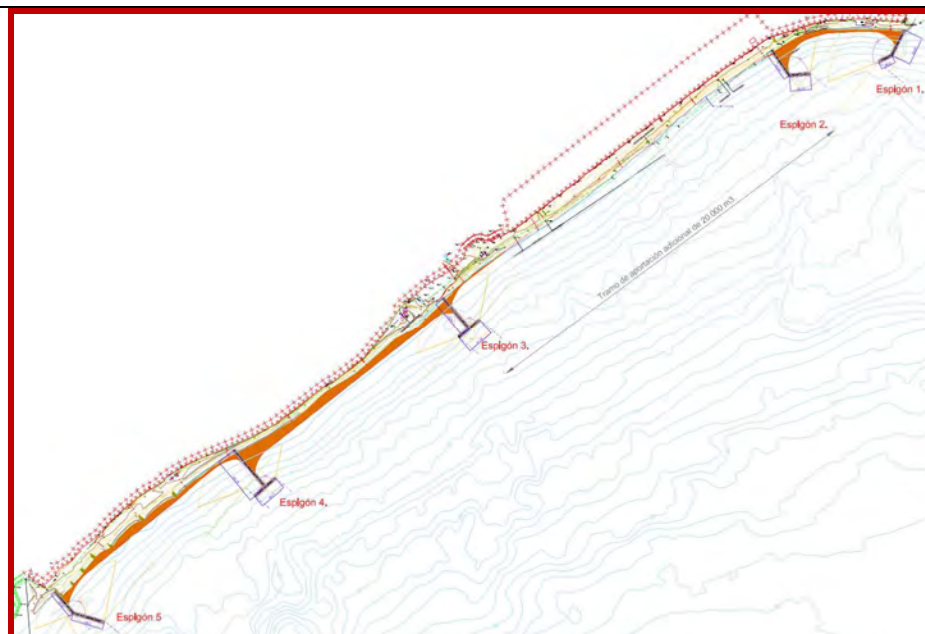


# ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. 1º FASE. T.M. DE MARBELLA (MÁLAGA).

REFERENCIA: 29-0386.

DOCUMENTO:

## PROYECTO DE EJECUCIÓN.



AUTOR DEL PROYECTO:

PABLO CABRERA MARTÍNEZ.  
I.C.C. y P., COLEGIADO Nº 16.850.

DIRECTOR DEL PROYECTO:

JUAN JOSÉ VALERO GUERRA.  
JEFE DE SERVICIO DE LA DEMARCACIÓN ANDALUCÍA MEDITERRÁNEO.

CONSULTORÍA:



Marzo de 2018.

## Documento nº1: Memoria y anejos

### Memoria

#### Anejos:

- Anejo nº1: Antecedentes
- Anejo nº2: Estudios previos y replanteo.
- Anejo nº3: Geología y Geotécnica.
- Anejo nº4: Hidrología.
- Anejo nº5: Caracterización granulométrica de la zona de actuación.
- Anejo nº6: Bases de diseño.
- Anejo nº7: Estudio de clima marítimo.
- Anejo nº8: Estudio de dinámica litoral.
- Anejo nº9: Metodología y diseño de la nueva planta de actuación.
- Anejo nº10: Diseño de cálculo de la obra marítima.
- Anejo nº11: Incidencia del cambio climático.
- Anejo nº12: Planeamiento urbanístico del frente de costa en el entorno de la actuación.
- Anejo nº13: Tramitación ambiental (declaración favorable).
- Anejo nº14: Gestión de residuos.
- Anejo nº15: Justificación de precios.
- Anejo nº16: Plan de Obras.
- Anejo nº17: Estudio de Seguridad y Salud

## Documento nº2: Planos

- Plano nº1: Situación.
- Plano nº2: Emplazamiento.
- Plano nº3: Planta general actual.
- Plano nº4: Planta general y detalle de actuaciones de regeneración de playa.
- Plano nº5: Planta y secciones tipo de aportación de arenas.
- Plano nº6: Planta general y sección actuaciones de evacuación de bolos.
- Plano nº7: Secciones tipo diseño de obra marítima.

## Documento nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

## Documento nº4: Mediciones y Presupuestos.

- Mediciones.
- Cuadro de Precios nº1.
- Cuadro de Precios nº2.
- Presupuestos parciales.
- Presupuestos Generales.

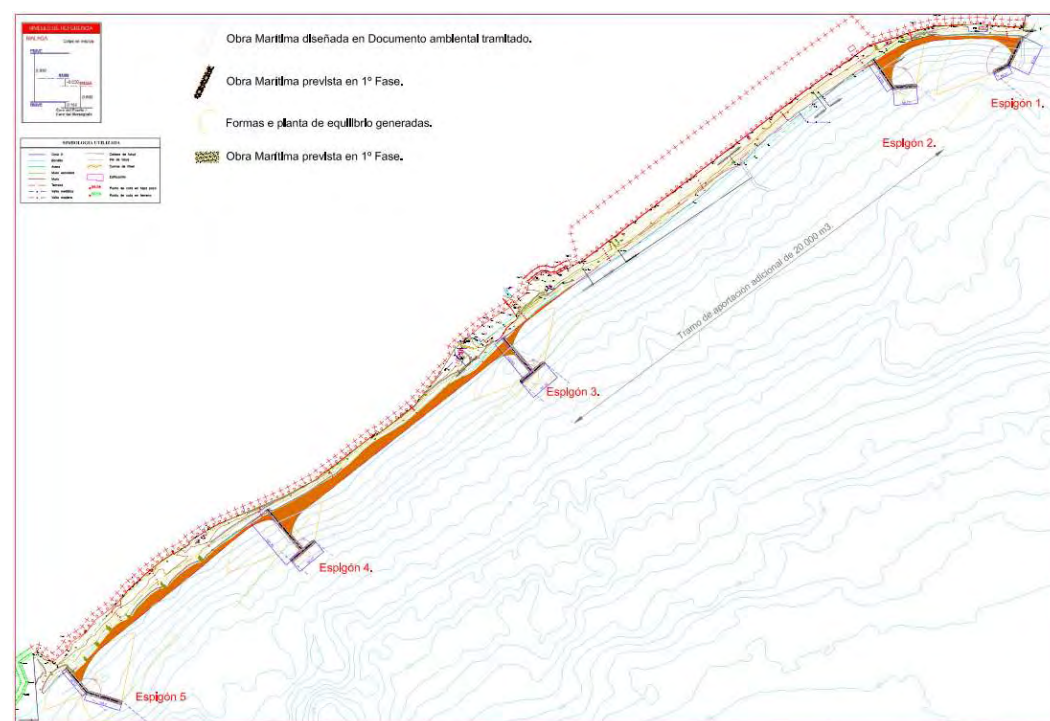
# MEMORIA.

## Memoria

### 1. Introducción y antecedentes.

Por resolución con fecha 11 de Diciembre de 2017, la empresa de ingeniería Andaluza de Costas y Puertos Consultoría S.L. (ACOPORT), ha sido la adjudicataria de la asistencia técnica para la documentación definitiva en referencia al Proyecto de Estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza, en el T.M. de Marbella (Málaga), con expediente numerado como 29-0386. Tras haberse redactado el Proyecto Básico, en el cual se proponía el faseado de las obras descritas, se redacta el presente proyecto de ejecución de la denominada Fase 1, que comprenden las siguientes actuaciones:

- Ejecución de los espigones 1, 2, 3, 4 y 5.
- Aportación de arena en los tramos entre estos espigones, según el diseño en planta de equilibrio determinada.
- Aportación adicional de 20.000 m<sup>3</sup> en una longitud de unos 1.300 metros frente al paseo marítimo de San Pedro, con  $D_{50} = 0,90$  mm.
- Cajeo y evacuación de capa de bolos entre espigones 1 y 2.



Planta de las obras de 1º Fase.

Con anterioridad, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar adjudicó el contrato de servicios para trabajos iniciales sobre el mismo asunto a la empresa IBERPORT CONSULTING, S.A. Los trabajos desarrollados y tramitados por este consultor anterior consistieron finalmente en el estudio de alternativas y tramitación ambiental.

En BOE número 290 de 4 de diciembre de 2015, se publicó la Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula el informe de impacto ambiental del proyecto Estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza, término municipal de Marbella (Málaga).

Los criterios generales de actuación en la regeneración de la playa que se propuso y superó el trámite ambiental viene determinada por los siguientes puntos principales:

1. Anchura mínima de playa de entre 40 y 50 m, teniendo en cuenta las anchuras de playa de la zona más estable (tramos 1 y 2, Guadalmina), que son actualmente de entre 40 y 60 m.
2. Consideración de retroceso de la línea de costa debido al efecto de la erosión y los efectos del cambio climático.
3. Contar con una playa que no tenga presencia de bolos en superficie en los tramos donde sea posible por la naturaleza del árido nativo de la playa.
4. Recuperar para la playa el espacio ocupado dentro de la línea de Dominio Público Marítimo Terrestre.

El diámetro de arena de aporte previsto para la regeneración de las playas será el adecuado según el  $D_{50}$  de la arena nativa, la cual deberá cumplir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que establezca la normativa vigente para su aporte a la playa.

Se prevé la construcción de un campo de espigones, que dividirá la zona de playas en celdas, con un ancho y cota de coronación a fijar finalmente. La longitud y forma final de los espigones será variable. La escollera requerida para la construcción de las estructuras de rigidización costera (espigones) será obtenida de cantera debidamente autorizada, de tipo caliza.

El relleno de la playa (berma) será hasta la cota + 3-4 metros, según el perfil tipo propuesto en el anejo nº9 de diseño de la nueva planta, y lo expuesto en el plano 7 (2 de 3) sobre la sección del perfil medio propuesto para la regeneración de playa (perfil de Dean para la playa sumergida).

## 2. Diagnóstico del borde litoral entre los ríos Guadaiza y Guadalmina.

El tramo del borde costero entre los ríos Guadaiza y Guadalmina forma de por sí una unidad fisiográfica delimitada por la desembocadura de ambos ríos.

Si bien ha sido tradicionalmente una playa de arenas de granulometrías medias, el crecimiento urbanístico ocupando superficie de playa y la construcción a levante de la desembocadura del río Guadaiza de numerosas obras marítimas (espigones, puertos deportivos, muros de escollera, etc) que paraliza el transporte medio de arenas procedente de esta zona, junto con una formación geomorfológica en las capas superficiales por debajo de las arenas de la playa, ha provocado en los últimos años el afloramiento de capas de bolos que con anterioridad estaban bajo las arenas. Esta situación provoca una formación del perfil de playa con perfiles pronunciados en la cercanía de la orilla, y bermas muy marcadas, sobre todo en el entorno de la desembocadura del río Guadaiza. En cualquier caso, estos bolos pueden hacer incómodo para el usuario realizar actividades de ocio en la playa, pero supone la mejor defensa natural ante oleajes y temporales, puesto que es el material nativo resultante de las condiciones de la dinámica litoral resultante de todos los fenómenos anteriores.

La presencia del paseo marítimo de San Pedro, y otras ocupaciones entre este paseo marítimo y la desembocadura del río Guadalmina en zonas de playa seca, bien sean sobre el Dominio Público Marítimo Terrestre o fuera de este, provoca también una disminución de los anchos de playa medios.

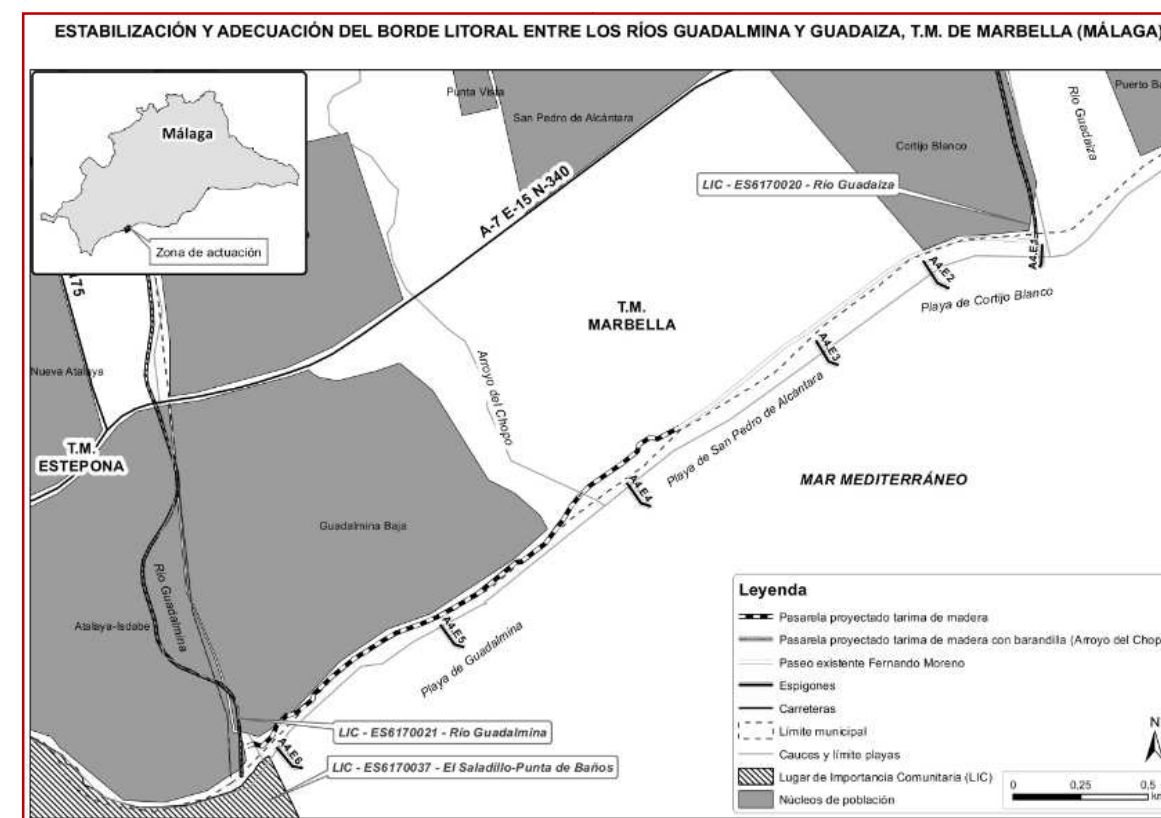
La dirección general de la línea de costa está además orientada a los temporales generales de procedencia del sector del levante, siendo estos lo más fuertes y predominantes.

Estos motivos propició la aprobación de un proyecto de actuación en la zona para poder mitigar y solucionar la situación expuesta.

## 3. Criterios de optimización del diseño final.

En el proyecto básico se realizó una optimización del diseño propuesto en el documento ambiental, justificado en:

- Justificar la viabilidad de la retirada de de la capa de bolos, ya que no se definía con concreción como ejecutarlo, tomándose la decisión en el proyecto básico de ejecutar la retirada de los bolos superficiales sobre la playa seca por imposibilidad de realizarlo la misma operación sobre los bolos submarinos.
- Mejora de los anchos de playa obteniendo siempre un mínimo de 40,00 metros desde el deslinde del Dominio Público Marítimo Terrestre, mediante la aportación de arena de procedencia terrestre.
- Construcción de una serie de obras marítimas tipo espigones para ayudar en la defensa y estabilización de la arena aportada.



Planta tramitada favorablemente en el Documento Ambiental.

#### 4. Descripción de las obras

Las obra marítimas diseñadas consisten en el diseño de espigones y una aportación de arena de procedencia terrestre, además de realizar un cajeo de una capa superficial terrestre de material granular muy grueso denominado “bolos”, por un material tipo arena gruesa de procedencia también terrestre.

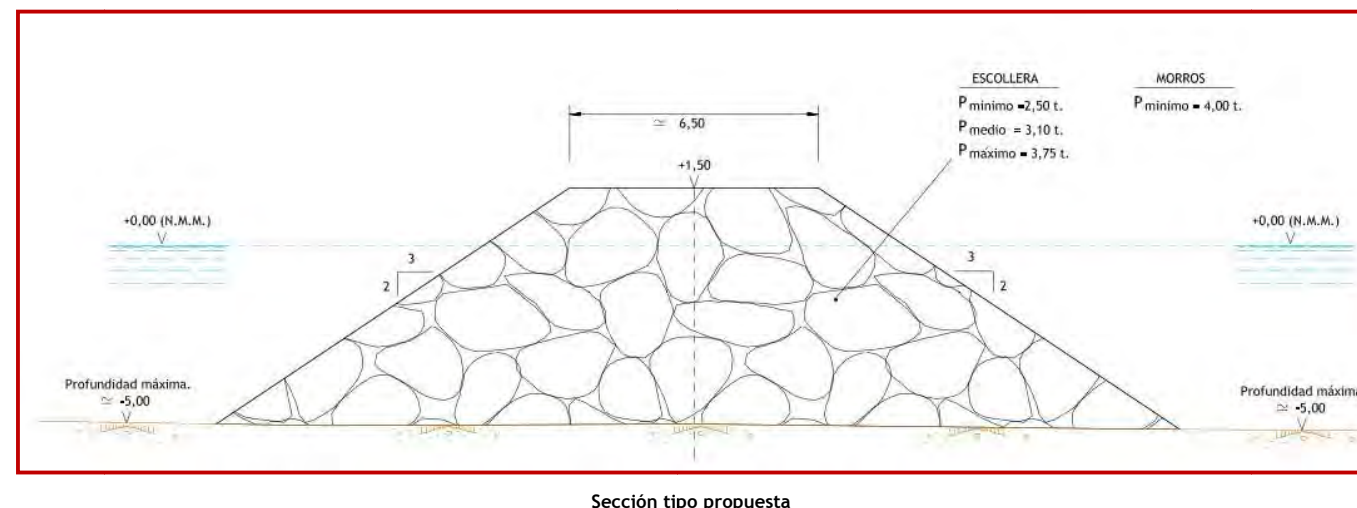
##### 4.1. Ejecución de la obra marítima:

El diseño de los espigones definitivos de este proyecto de ejecución es el que se modificó en el proyecto básico respecto a los inicialmente propuestos en el documento ambiental en dos aspectos:

- Diseñarlo como una obra marítima propia de actuaciones de regeneración de playas en el entorno de la Costa del Sol, aplicando una sección tipo Ahrens (debidamente justificado en el anejo nº10).
- Modificando el trazado en planta definitivo de los espigones, manteniendo en mismo punto de emplazamiento en donde estaban previstos ejecutarlos según el documento ambiental, pasando en 3 de los seis espigones de ejecutarse espigones tipo L a espigones en T, y en los otros 3, que se mantienen como tipo L, modificando sus alineaciones y longitudes para optimizar el diseño de la forma en planta de equilibrio, siempre con el criterio de conseguir una mayor estabilidad de la playa en su planta de equilibrio final. Se ejecutan cinco de los previstos en esta 1º Fase de las obras (ver planos en planta).

Las secciones constructivas son tipo Ahrens, es decir, sin núcleo ni manto, solo con un tipo de peso medio de escolleras, admitiendo un umbral sobre dicho peso medio de un 20% mayor o menor, y reforzando en el morro situado en el mar en un 25% el peso de la escollera sobre el peso medio. Los espigones varían según su emplazamiento tanto en la forma final como en longitud.

La cota de coronación que se diseña es de +1,50 metros sobre el Nivel Medio del Mar en alicante (cero topográfico), y un ancho en coronación de 6,50 metros, con taludes de construcción 3H:2V:



Se propone por tanto utilizar escolleras con peso medio en torno a 3,10 ton de peso medio, con un umbral mínimo y máximo entre 2,50 ton y 3,75 ton, colocando en el morro pesos de 4,00 t, zona de confluencia y mayor incidencia de la energía del oleaje.

Del volumen total de escollera necesaria, se aumentará un 10% para evitar posibles problemas o variaciones de densidades, asientos pequeños en la colocación de la escollera durante dicho procedimiento en obra, etc.

Para poder pasar la maquinaria por encima de los espigones conformen se avanza en su ejecución, se colocará una capa de todo uno superficial con un metro y medio de espesor, para que pueda transitar la maquinaria, sobre un geotextil para evitar pérdidas de material en lo posible. Directamente sobre ésta capa de todo uno se colocará otra adicional de recebado de 0,50 metros de espesor para asegurar una buena rodadura de la maquinaria de obra. Se prevé sobre el material que es necesario para su ejecución un 20% adicional en reposición de material adicional por pérdidas.

Además, y como medida comentada en el documento ambiental, se procederá a ejecutar las obras de los espigones utilizando barreras antiturbidez, según la definida en los presupuestos, para evitar problemas de movimientos de finos en la ejecución de los espigones.

El material sobrante de todo uno y recebado será posteriormente tras su uso retirado a vertedero o cantera para su reutilización.

#### 4. 2 Aportación de arena de procedencia terrestre

En el anejo nº5 se justifica las granulometrías necesarias para el material de aportación en la regeneración de playa, distinguiéndose finalmente dos tipos, un material de aportación con un  $D_{50} = 1,30$  mm en el tramo comprendido entre los espigones 1 y 2, y el resto de la playa con un  $D_{50} = 0,90$  mm en el material de aportación.

Para la estimación del presupuesto de este proyecto, se va a suponer la posibilidad de poder obtener las arenas de aportación siempre de procedencia terrestre, y en particular de extracción de cauces, en zonas con permisos habilitadas. Se definirá en las unidades de obra de este proyecto básico la procedencia de cantera, pudiendo ser bien de cantera o bien de una gravera que esté debidamente regularizada para su explotación. Existe posibilidad en un entorno de unos 30 km de poder estudiar varios posibles puntos de obtención de estas arenas, desde los lechos de los ríos Guadaiza, Guadalmina, Guadalmasa, como los más cercanos, a opciones más lejanas como los ríos Padrón o Genal. Si no fuera posible esta actuación, o fuera necesario aportar material adicional, se estudiarían canteras situadas en el municipio cercano del entorno, como son Manilva, Monda, etc. Es por esta razón, y según lo expuesto en el artículo 57 del Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, que cualquier tipo de actuación que conlleve la extracción de áridos de los lechos de estos ríos, o cualquier otro de la provincia, en los tramos bajos de los cauces deberá ser informado antes de por la Demarcación de Costas:

##### *“Artículo 57. Limitaciones sobre los áridos.*

1. En los tramos finales de los cauces deberá mantenerse la aportación de áridos a sus desembocaduras. Para autorizar su extracción, hasta la distancia que en cada caso se determine, se necesitará el informe favorable de la Administración General del Estado, en cuanto a su incidencia en el dominio público marítimo-terrestre (**artículo 29.1 de la Ley 22/1988, de 28 de julio**).

2. El Organismo de Cuenca o la Administración Hidráulica competente, previamente a la resolución de un expediente de extracción de áridos en cauce público, o a la ejecución de un proyecto de acondicionamiento de cauces, solicitará informe del correspondiente Servicio Periférico de Costas, cuando la distancia, medida a lo largo del cauce, entre los puntos de extracción y desembocadura en el mar sea inferior a la que se haya fijado para cada cauce por acuerdo entre ambos organismos. De la resolución recaída se dará traslado a dicho servicio.

3. Los informes del Servicio Periférico de Costas previstos en el apartado anterior, deberán emitirse en función de las necesidades de aportación de áridos a las playas.”

Respecto a la característica de estas arenas de aportación, la exigencia fundamental será que se cumple siempre que como mínimo tengan un  $D_{50}$  mayor al expuesto anteriormente, detallándose otra serie de características físico químicas a criterio de la Dirección Facultativa de las Obras. Se aplicará un factor de sobrellenado debido a los condicionantes granulométricos diferenciales entre la arena de aportación y la arena nativa de un 10%, que será necesario ajustar y justificar en el momento de ejecución de las obras mediante los análisis granulométricos concretos de las zonas de aportación, a criterio de la Dirección Facultativa de las Obras.

#### 4.2.3 Retirada de bolos:

Justificado en lo expuesto en el proyecto básico, se determina que es factible sustituir material de bolos que está mezclado en superficie con matriz arenosa, por material de aportación tipo arenas. De esta manera se facilita el realizar las operaciones de reperfilado de la playa con arena de aportación, lo cual sería muy complicado con el material de bolos original.

Se propone por tanto en la medición —del proyecto incluir un cajeo sobre la playa seca equivalente a un ancho de 25 metros por un espesor de 0,50 metros de sustitución de material de bolos, que tendrán que ser llevados a un punto de manipulación y tratamiento o —vertedero controlado, por material de aportación, de  $D_{50} = 1,30$  mm. En esta 1º Fase se realizará el cajeo en el tramo comprendido entre los espigones 1 y 2.

#### 5. Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución de la solución diseñada en este proyecto se estima en un total de 9 (NUEVE) meses.

En todo caso, una vez adjudicada la obra, el contratista deberá redactar un Plan de Obra que justifique el cumplimiento de los plazos previstos, que en todo caso dependerá además de las condiciones de la mar para poder cumplirlos.

## 6. Propuesta de clasificación del contratista.

Dadas las características, especialización y volumen de obra proyectado, según el artículo 79 de la Ley 9/2017 del 8 de Noviembre de Contratos del Sector Público, es obligatorio la exigencia de clasificación del contratista para las obras definidas en este proyecto, que serán las siguientes:

Grupo A: Movimientos de tierras y perforaciones.

Subgrupo 1 Desmontes y vaciados.

Subgrupo 2: Explanaciones.

Subgrupo 3: Canteras

Grupo F: Marítimas

Subgrupo 2: Escolleras.

Subgrupo 7: Obras marítimas sin cualificación específica.

## 7. Declaración de obra completa.

El presente proyecto cumple con la Ley 9/2017 del 8 de Noviembre de Contratos del Sector Público, que preceptúan que los proyectos se referirán a obras completas, siendo por tanto susceptibles de ser entregados al uso general, comprendiendo los elementos precisos para su utilización.

## 8. Declaración de cumplimiento de la Ley de Costas.

De acuerdo con el artículo 44 de la Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas, en su apartado 7, se hace declaración expresa de que el presente proyecto cumple con las indicaciones de la citada ley y las normas generales y específicas dictadas para su desarrollo y aplicación, así como con lo expuesto en la Ley 2/2013 de 29 de Mayo de protección y uso sostenible del litoral que modifica la anterior ley, y el nuevo Reglamento que la desarrolla aprobada por Real Decreto 876/2014 de 10 de Octubre.

Además, y de acuerdo con lo expuesto en el artículo 92 del citado reglamento, se estudia y justifica la evaluación de los efectos del cambio climático, siendo compatible éstos con las obras diseñadas y las actuaciones previstas.

### Cumplimiento con la Instrucción de cumplimiento de indicadores y seguimiento de proyectos:

Esta obra se corresponde, según la instrucción facilitada por la Demarcación, con:

I. Actuaciones para la sostenibilidad de la costa

I.1.- Control de la regresión de la costa

I.1.3 Defensa de la costa mediante estructuras marítimas => Implantación de estructuras marítimas.

El cuadro económico de control sería:

I.1.3 Defensa de la costa mediante estructuras marítimas	Implantación de estructuras marítimas	Inversión en € ==> 7.436.897,21 (PL con IVA)	Longitud de estructuras marítimas de defensa implantadas (m). ==> 993,00 m.	Longitud de costa sobre la que se extiende la influencia de la actuación (km) ==> 3,50 km.
--	---------------------------------------	---	--	---

## 9. Presupuestos de la obra proyectada.

Estudiados los precios de las distintas unidades de obra comprendidas en el proyecto, cuya justificación se incluye en el anejo nº15 de precios descompuestos y justificación, se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de CINCO MILLONES CIENTO SESENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (5.164.870,62 €).

El Presupuesto Base de Licitación sin IVA, incrementando el de Ejecución de Material en el 13% por Gastos Generales y el 6% por Beneficio Industrial, será de SEIS MILLONES CIENTO CUARENTA Y SEIS MIL CIENTO NOVENTA Y SEIS EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS (6.146.196,04 €).

El Presupuesto Base de Licitación con el 21% por el Impuesto sobre el Valor Añadido, asciende a la cantidad de **SIETE MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS. (7.436.897,21 €).**

Debido al plazo de ejecución de las obras menos de un año, no se estima necesaria fórmula de revisión de precios.

#### 10. Documentos de los que consta el proyecto de ejecución.

##### Documento nº1: Memoria y anejos

###### Memoria

###### Anejos:

- Anejo nº1: Antecedentes
- Anejo nº2: Estudios previos y replanteo.
- Anejo nº3: Geología y Geotécnica.
- Anejo nº4: Hidrología.
- Anejo nº5: Caracterización granulométrica de la zona de actuación.
- Anejo nº6: Bases de diseño.
- Anejo nº7: Estudio de clima marítimo.
- Anejo nº8: Estudio de dinámica litoral.
- Anejo nº9: Metodología y diseño de la nueva planta de actuación.
- Anejo nº10: Diseño de cálculo de la obra marítima.
- Anejo nº11: Incidencia del cambio climático.
- Anejo nº12: Planeamiento urbanístico del frente de costa en el entorno de la actuación.
- Anejo nº13: Tramitación ambiental (declaración favorable).
- Anejo nº14: Gestión de residuos.
- Anejo nº15: Justificación de precios.
- Anejo nº16: Plan de Obras.
- Anejo nº17: Estudio de Seguridad y Salud

##### Documento nº2: Planos

- Plano nº1: Situación.
- Plano nº2: Emplazamiento.
- Plano nº3: Planta general actual.
- Plano nº4: Planta general y detalle de actuaciones de regeneración de playa.
- Plano nº5: Planta y secciones tipo de aportación de arenas.
- Plano nº6: Planta general y sección actuaciones de evacuación de bolos.
- Plano nº7: Secciones tipo diseño de obra marítima.

##### Documento nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

##### Documento nº4: Mediciones y Presupuestos.

- Mediciones.
- Cuadro de Precios nº1.
- Cuadro de Precios nº2.
- Presupuestos parciales.
- Presupuestos Generales.

Málaga, Marzo de 2018.

EL AUTOR DEL PROYECTO.

EL DIRECTOR DEL PROYECTO.

FDO.: PABLO CABRERA MARTÍNEZ.  
Ingeniero de Camino, Canales y Puertos.  
Col. nº 16850.

FDO.: JUAN JOSE VALERO GUERRA.  
Jefe de Servicio de la Demarcación de Costas Andalucía Mediterráneo.

ANEJOS.

(Se señalan los que han sido directamente obtenidos del proyecto básico por no ser necesario modificarlos).

### ÍNDICE DE ANEJOS:

- Anejo nº1: Antecedentes
- Anejo nº2: Estudios previos y replanteo.
- Anejo nº3: Geología y Geotécnica.
- Anejo nº4: Hidrología.
- Anejo nº5: Caracterización granulométrica de la zona de actuación.
- Anejo nº6: Bases de diseño.
- Anejo nº7: Estudio de clima marítimo.
- Anejo nº8: Estudio de dinámica litoral.
- Anejo nº9: Metodología y diseño de la nueva planta de actuación.
- Anejo nº10: Diseño de cálculo de la obra marítima.
- Anejo nº11: Incidencia del cambio climático.
- Anejo nº12: Planeamiento urbanístico del frente de costa en el entorno de la actuación.
- Anejo nº13: Tramitación ambiental (declaración favorable).
- Anejo nº14: Gestión de residuos.
- Anejo nº15: Justificación de precios.
- Anejo nº16: Plan de Obras.
- Anejo nº17: Estudio de Seguridad y Salud.

**Anejo nº1: Antecedentes**  
(No varía respecto el proyecto básico)

ANEJO Nº1: ANTECEDENTES.

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS .....	2
2 CONTEXTO GEOGRÁFICO .....	2
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	2
2.2 ACCESOS.....	2
2.3 TRAMO LITORAL DE ACTUACIÓN .....	4
3 CONTEXTO SOCIOECONÓMICO.....	4
3.1 POBLACIÓN.....	3
3.2 ECONOMÍA.....	4
3.3 TURISMO.....	4
4 CONTEXTO FÍSICO .....	5
4.1 CLIMATOLOGÍA .....	5
4.2 HIDROLOGÍA .....	6
4.3 GEOLOGÍA.....	7
4.4 GEOMORFOLOGÍA .....	7
4.4.1 Playas .....	7
4.4.1.1 Playa Guadalmina .....	8
4.4.1.2 Playa Linda Vista .....	8
4.4.1.3 Playa San Pedro de Alcántara .....	8
5 CONTEXTO AMBIENTAL .....	9
5.1 FLORA.....	9
5.2 FAUNA .....	10
5.3 ESPACIOS PROTEGIDOS .....	10
6 CONTEXTO CULTURAL .....	11
6.1 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO .....	11
6.2 PATRIMONIO INMUEBLE .....	12

7 CARACTERIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL TRAMO LITORAL .....	16
8 ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	16
9 INFORMACIÓN DE PARTIDA .....	17
10 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	18

## 1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Por resolución con fecha 11 de Diciembre de 2017, la empresa de ingeniería Andaluza de Costas y Puertos Consultoría S.L. (ACOPORT), ha sido la adjudicataria de la asistencia técnica para la documentación definitiva en referencia al Proyecto de Estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza, en el T.M. de Marbella (Málaga), con expediente numerado como 29-0386.

En estudios previos llevados a cabo sobre el grado de estabilidad de las playas en la provincia de Málaga, se puso de manifiesto que en el tramo más occidental de la costa del municipio de Marbella, constituido por las playas de Guadalmina, Linda Vista y San Pedro de Alcántara, se estaba experimentando un claro retroceso debido principalmente al fenómeno de la erosión costera.

Este frente está ocupado en toda su extensión por diferentes elementos de carácter turístico y residencial que dotan a la zona de un importante atractivo turístico de alto nivel: urbanizaciones residenciales, instalaciones hoteleras, campos de golf, restaurantes, chiringuitos, etc. Debido a diferentes factores como son la fuerte presión urbanística o la disminución de aportes fluviales, existen zonas en las que las playas de este frente costero han experimentado un notable retroceso perdiéndose la función de protección y dejando excesivamente expuestas a alguna de estas instalaciones.

En respuesta a este problema, la Demarcación de Costas de Andalucía-Mediterráneo sacó a concurso la prestación de servicios de Asistencia Técnica a la Dirección General de Costas para la redacción del *“Proyecto de estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos de Guadalmina y Guadaiza, Término Municipal de Marbella (Málaga)”*, resultando adjudicataria la empresa IBERPORT CONSULTING S.A. a fecha de 25 de septiembre de 2013.

En BOE número 290 de 4 de diciembre de 2015, se publicó la Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula el informe de impacto ambiental del proyecto Estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza, término municipal de Marbella (Málaga).

Dos son las actuaciones principales desarrolladas en el Proyecto Básico:

1. Por un lado, la más significativa es la regeneración de la playa, en diferentes tramos según su regresión estimada, que va desde la desembocadura del río Guadaiza, que limita la playa de San Pedro de Alcántara en su zona oriental, hasta la desembocadura del río Guadalmina, que cierra la playa de Guadalmina en el extremo occidental, quedando la playa de Linda Vista en la zona central del tramo en proyecto. La actuación consiste en la construcción de espigones perpendiculares a la costa y aporte de arena a las playas. Supone una longitud aproximada de 3,5 km de costa.
2. Una segunda actuación consiste en la construcción de un sendero peatonal de entre 3 y 6 metros de anchura que discurre desde el final del actual Paseo Marítimo «Fernando Moreno», en el extremo suroeste de la playa de San Pedro de Alcántara, hasta el río Guadalmina. Supone una longitud aproximada de 2,2 km de costa.

Los criterios de actuación en la regeneración de la playa que se propuso y superó el trámite ambiental viene determinada por los siguientes puntos principales:

1. Anchura mínima de playa de entre 40 y 50 m, teniendo en cuenta las anchuras de playa de la zona más estable (tramos 1 y 2, Guadalmina), que son actualmente de entre 40 y 60 m.
2. Consideración de retroceso de la línea de costa debido al efecto de la erosión y los efectos del cambio climático.
3. Contar con una playa que no tenga presencia de bolos en superficie en los tramos donde sea posible por la naturaleza del árido nativo de la playa.
4. Recuperar para la playa el espacio ocupado dentro de la línea de Dominio Público Marítimo Terrestre.

El diámetro de arena de aporte previsto para la regeneración de las playas será el adecuado según el  $D_{50}$  de la arena nativa, la cual deberá cumplir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que establezca la normativa vigente para su aporte a la playa.

Se prevé la construcción de un campo de espigones, que dividirá la zona de playas en celdas, con un ancho y cota de coronación a fijar finalmente. La longitud y forma final de los espigones será variable.. La escollera requerida para la construcción de las estructuras de rigidización costera (espigones) será obtenida de cantera debidamente autorizada, de tipo caliza.

El relleno de la playa (berma) será hasta la cota + 3-4 metros, con un perfil de 1V:12H.

La construcción del sendero litoral para la recuperación de la servidumbre de protección y de tránsito conllevará las siguientes actuaciones:

- Desbroce de la vegetación.
- Desmantelamiento (demolición) de construcciones existentes fuera de ordenación.
- Explanación del terreno: movimiento de tierras para su nivelación, enrasado, y compactación.
- Pavimentación.
- Cimentación de la pasarela de madera sobre el Arroyo del Chopo.

Este sendero ha sido diseñado en los estudios previos como un itinerario peatonal accesible ejecutado a modo de pasarela de madera, de entre 3 y 6 m de anchura, dispuesto a cota variable del terreno (con pendientes inferiores al 6%) por encima de la berma de playa y ligeramente inclinado hacia mar (pendiente máxima del 2%) para asegurar su drenaje.

Su trazado parte del final del actual Paseo Marítimo «Fernando Moreno», en el extremo SW de la playa de San Pedro de Alcántara, donde se prevé que deberá ser desmontada la terraza del restaurante «Bora Bora» por hallarse en zona de servidumbre de tránsito.

El sendero continúa (con una anchura de 6 m) a lo largo de la playa de Linda Vista donde, en su región occidental, interfiere con las parcelas de propiedad privada ubicadas en zona de DPMT. Su trazado en este sector del frente costero objeto de actuación requerirá por tanto el desmantelamiento de estas construcciones. En el extremo sur de la playa de Linda Vista, la presencia del arroyo del Chopo conllevará la colocación sobre éste de una pasarela peatonal que salve su desembocadura, emplazada sobre la propia zona de servidumbre de tránsito de cara a brindar conexión al sendero litoral de ambos márgenes del arroyo.

Al suroeste, en la playa de Guadalmina, el sendero parte desde el desembarque de la pasarela con 6 m de anchura, y su trazado se reduce a 3 m, en una extensión de 29 m, a la altura del edificio

«Isys Escaralata» con objeto de salvaguardar las viviendas. Una vez sorteada su presencia en la zona de tránsito, éste recupera su anchura de 6 m en un tramo de 150 m, hasta alcanzar la zona

arqueológica de las «Termas Romanas de Las Bóvedas» y la «Torre de Las Bóvedas», cuya protección lleva a trazar el sendero fuera de sus parcelas, en zona de DPMT, con una anchura de 3 m.

A continuación, desde el extremo suroeste de esta zona hasta la «Hacienda Guadalmina», el sendero litoral vuelve a discurrir por zona de servidumbre de tránsito, en su franja de 6 m, y a la altura de ésta, su recorrido ha sido desviado, y reducida su anchura a 3 m, con objeto de respetar la integridad de este bien etnográfico.

Pasada esta parcela, el sendero recobra el trazado a través de la zona de servidumbre de tránsito y en la región sur de la playa de Guadalmina, la presencia de los «Apartamentos Guadalmina Beach» y del «Hotel Guadalmina», protegidos por el PGOU, lleva de nuevo a su desvío por zona marítimo-terrestre y a la reducción de su anchura a 3 m.

Finalmente, el tramo final del sendero litoral discurre por la zona de servidumbre de tránsito en el extremo occidental del borde costero en estudio, donde atraviesa los hoyos más próximos al mar del «Campo de Golf Guadalmina», hasta la desembocadura del río Guadalmina.

## 2. CONTEXTO GEOGRÁFICO

### 2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La zona objeto de actuación se ubica en el término municipal de Marbella (0), perteneciente a la provincia de Málaga, entre las desembocaduras de los ríos Guadalmina y Guadaiza.

El municipio de Marbella tiene una extensión de 116.8 Km<sup>2</sup> y una altitud de 24 m sobre el nivel del mar. Limita al sur con el Mar Mediterráneo, al norte con Ojén e Istán, al este con Mijas y al oeste con los municipios de Benahavís y Estepona. Asimismo pertenece a la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental.

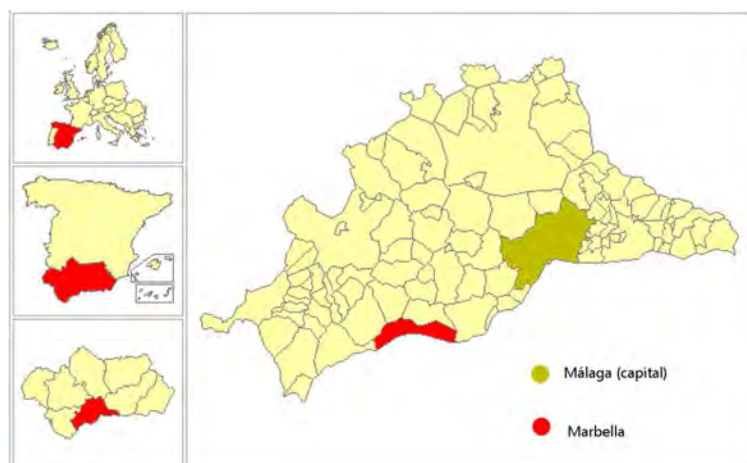


Figura 1. Localización del municipio de Marbella, Málaga.

## 2.2. ACCESOS

Marbella está situada a unos 58 km al este de la ciudad de Málaga. El acceso a Marbella se puede realizar tanto a través de la Autovía del Mediterráneo A-7 (antigua nacional 340), como a través de la Autopista de la Costa del Sol (AP-7). Además, existe un completo servicio de autobuses a las principales capitales y ciudades de la geografía española.

### ▪ Aeropuerto

La provincia de Málaga cuenta actualmente con el aeropuerto civil de Málaga-Costa del Sol ubicado a 8 kilómetros al suroeste de Málaga y a 45 Km de Marbella, perfectamente comunicado con toda la Costa del Sol. Es el decano de todos los aeropuertos españoles. El tráfico más importante del aeropuerto es el de la Unión Europea, siendo el Reino Unido el destino con mayor volumen de pasajeros. Un elevado número de aerolíneas operan en este aeropuerto (*por ej.* Iberia, Ryanair, Lufthansa, Swiss International Air Lines, Turkish Airlines, Alitalia, etc.).

### ▪ Ferrocarril

Marbella está perfectamente conectada vía autobús tanto a la estación de cercanías de Fuengirola, a 27 Km como a la estación situada en Málaga capital, a 57 Km, para trayectos de larga distancia. Desde esta última, en la Estación María Zambrano se accede a la línea de alta velocidad del AVE que conecta Málaga con la red de grandes capitales: Madrid, Sevilla, Barcelona, etc.

### ▪ Autobuses

Marbella dispone de una completa red de autobuses urbanos (siete líneas y una línea nocturna) que enlaza los dos principales núcleos urbanos: Marbella centro y San Pedro Alcántara.

## 2.3. TRAMO LITORAL DE ACTUACIÓN

El tramo litoral de actuación tiene una longitud aproximada de 3500 m y engloba las playas de Gualdamina, Linda Vista y San Pedro de Alcántara localizadas entre las desembocaduras de los ríos Guadalmina (al Oeste) y Guadaiza (al Este) (0).



Figura 2. Localización de la zona de actuación.

## 3. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

### 3.1. POBLACIÓN

La población del término municipal de Marbella ha experimentado un aumento de aproximadamente 43200 habitantes entre los años 1996 y 2013 hasta alcanzar la cifra actual de 142018 habitantes (0), siendo 69213 hombres y 72805 mujeres. El número de residentes extranjeros es elevado (38988 en 2012, Tabla 1), siendo mayoritariamente procedentes del Reino Unido.

La práctica totalidad de la población se distribuye en once núcleos poblacionales.

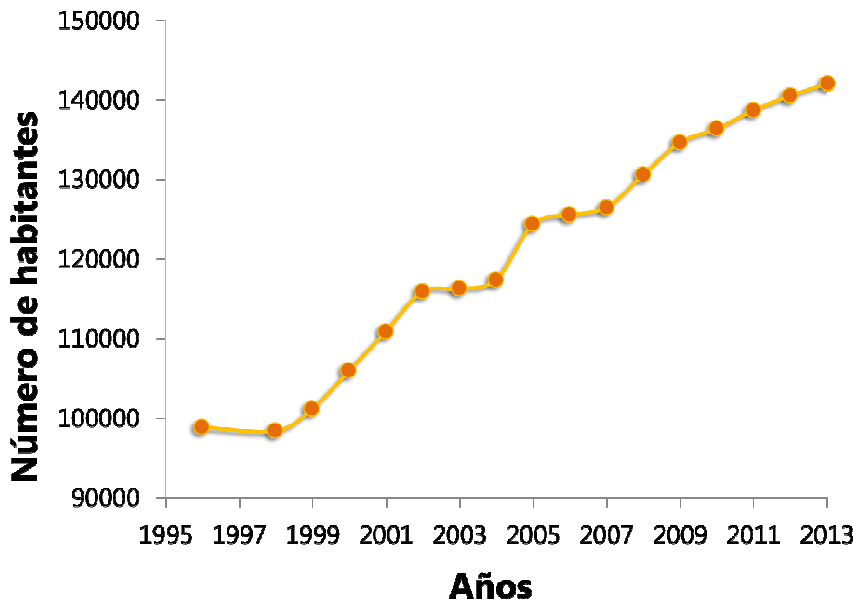


Figura 3. Evolución de la población en el municipio de Marbella entre los años 1996 y 2013. Fuente: Instituto de Estadística de Andalucía.

POBLACIÓN			
Población total. 2013	142018	Número de extranjeros. 2012	38988
Población. Hombres. 2013	69213	Principal procedencia de los extranjeros residentes. 2012	Reino Unido
Población. Mujeres. 2013	72805	Porcentaje que representa respecto total de extranjeros. 2012	13.80
Población en núcleo. 2012	140400	Emigraciones. 2012	5117
Población en diseminado. 2012	73	Inmigraciones. 2012	7697
Porcentaje de población menor de 20 años. 2012	21.85	Nacidos vivos por residencia materna. 2012	1447
Porcentaje de población mayor de 65 años. 2012	12.73	Defunciones por lugar de residencia. 2012	837
Incremento relativo de la población. 2012	21.23	Matrimonios por lugar donde fijan la residencia. 2012	383

Tabla 1. Principales estadísticas poblacionales del municipio de Marbella. Fuente: IEA.

3.2. ECONOMÍA

Las principales actividades económicas de Marbella son comercio y reparaciones, actividades profesionales, científicas y técnicas, construcción, actividades inmobiliarias y hostelería. Esto refleja un peso importante del sector terciario en la estructura económica del municipio. En cuanto al sector primario, existe una superficie cultivada de 149 hectáreas, siendo el naranjo y el algarrobo los principales cultivos de regadío y secano respectivamente (Tabla 2).

La actividad industrial en la economía de Marbella tiene poca repercusión, así en el año 2012 el número de establecimiento de la industria manufacturera representaba únicamente un 2% la y la industria extractiva un 0.04% (0).

AGRICULTURA			
Cultivos herbáceos. Año 2012		Cultivos lechosos. Año 2012	
Superficie (Ha)	69	Superficie (Ha)	80
Principal cultivo de regadío	Plantas ornamentales	Principal cultivo de regadío	Naranjo
Principal cultivo de regadío (Ha)	15	Principal cultivo de regadío (Ha)	10
Principal cultivo de secano	Praderas polifitas (1)	Principal cultivo de secano	Algarrobo
Principal cultivo de secano (Ha)	3	Principal cultivo de secano (Ha)	10

Establecimientos con actividad económica. Año 2012		Principales actividades económicas. Año 2012.	
Sin empleo conocido	9770	Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas	3933 establecimientos
Hasta 5 asalariados	5607	Actividades profesionales, científicas y técnicas	2544 establecimientos
Entre 6 y 19 asalariados	1091	Construcción	2046 establecimientos
De 20 y más asalariados	310	Actividades inmobiliarias	1903 establecimientos
Total establecimientos	16778	Hostelería	1695 establecimientos

Tabla 2. Información sobre la agricultura de la zona (arriba) y principales actividades económicas (abajo) de Marbella. Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

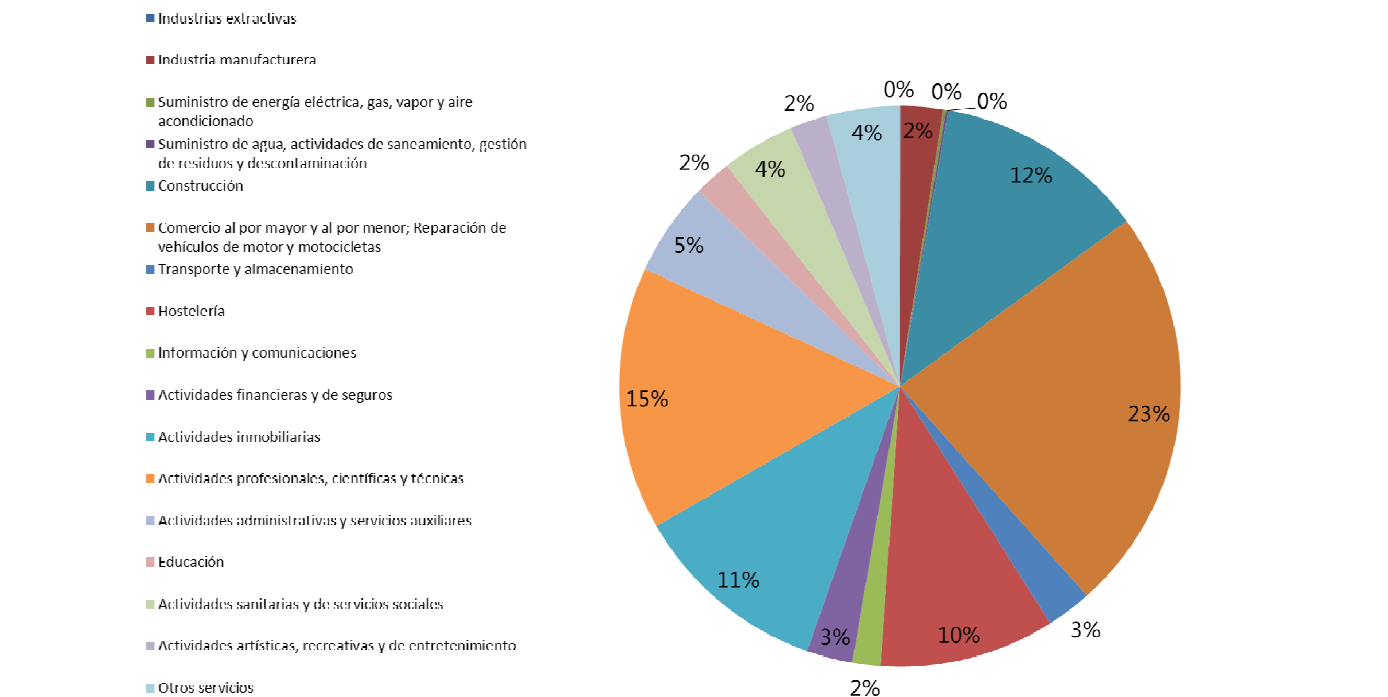


Figura 4. Establecimientos por sectores de actividad en Marbella (año 2012). Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

### 3.3. TURISMO

El turismo es uno de los sectores dominantes en la economía del municipio de Marbella. Este sector genera un número elevado de empleos directos, representando un 17% del total de trabajadores en el año 2013. Además, en este sector el número de trabajadores se ha incrementado entorno a los 3000 trabajadores en el último año (Tabla 3).

Número de trabajadores	Años				
	2009	2010	2011	2012	2013
Total	55357	54136	53531	53181	53584
Servicios	44382	44207	44089	43858	45270
Hostelería	8909	8658	8597	8511	8849

Tabla 3. Evolución del número de trabajadores en Marbella, 2009-2013. Fuente: Fundación Málaga Desarrollo y Calidad, Observatorio socioeconómico.

Considerada oficiosamente como la capital de la Costa del Sol occidental, Marbella tiene una gran oferta de turismo de sol y playa, así en 2013 en número de total de plazas en hoteles, hostales y pensiones era de 13339 (Tabla 4).

Turismo	Nº
Hoteles	47
Hostales y pensiones	40
Plazas en hoteles	12500
Plazas en hostales y pensiones	839

Tabla 4. Número de hoteles, hostales y pensiones y número de plazas. Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

Como ocurre en la mayoría de destinos turísticos de sol y playa del territorio español, el turismo en Marbella tiene un marcado carácter estacional. Por otro lado, desde el año 2008 se ha producido un descenso en el número de pernoctaciones así como en el número de viajeros (0). A partir del año 2010, esta tendencia se ha empezado a invertir en cuanto al número de turistas extranjeros que visitan Marbella, mientras que el número de turistas españoles sigue descendiendo (0)

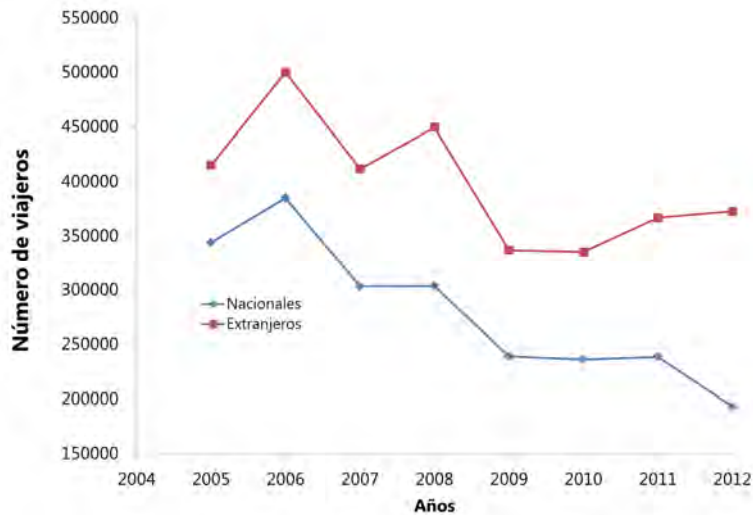


Figura 5. Evolución del número de viajeros en Marbella según su procedencia. Fuente: Fundación Málaga Desarrollo y Calidad, Observatorio socioeconómico.

## 4. CONTEXTO FÍSICO

### 4.1. CLIMATOLOGÍA

El municipio de Marbella, se integra en el dominio mediterráneo, concretamente en el clima mediterráneo subtropical (0), caracterizado por inviernos muy suaves, de gran insolación y veranos prolongados y cálidos.

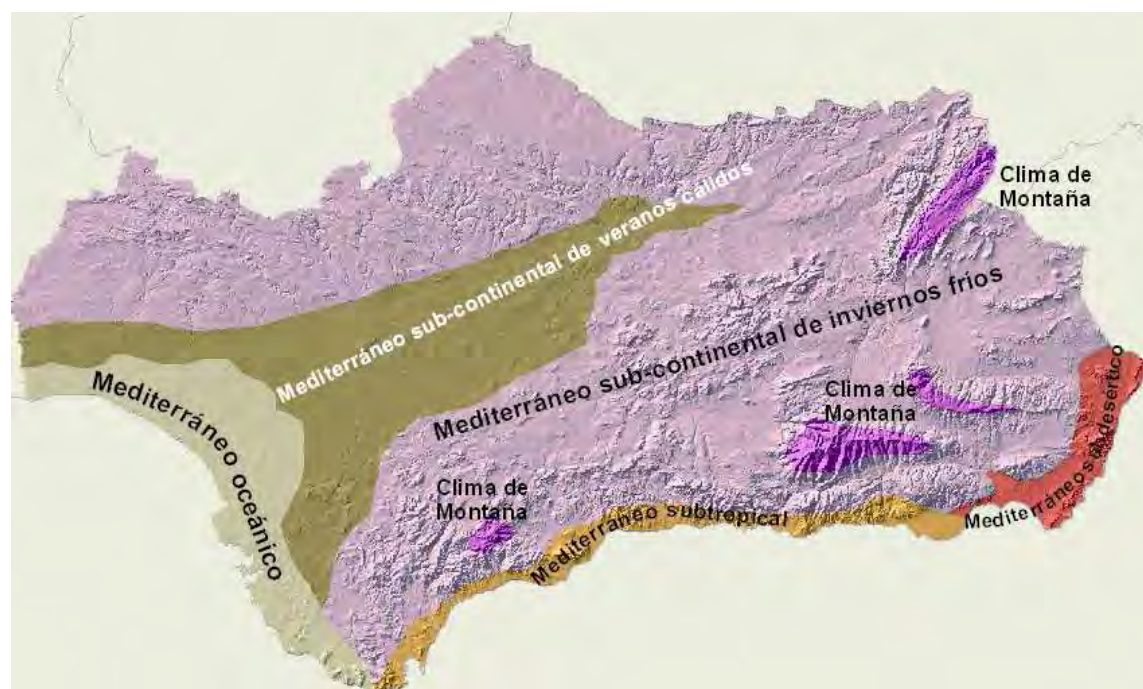


Figura 6. Tipos climáticos de Andalucía. Fuente: Junta de Andalucía

Debido a una serie de factores geográficos (disposición longitudinal en el sentido de los paralelos, carácter de ensenada de sus costas, presencia de alineaciones montañosas en la zona norte, proximidad al Mar Mediterráneo y situación estratégica en el recorrido de los vientos del SO procedentes del Estrecho de Gibraltar), Marbella disfruta de un microclima especial, donde las estaciones climatológicas no suponen grandes cambios.

Las temperaturas medias anuales oscilan en torno a los 18°C. Las mayores temperaturas se alcanzan durante los meses estivales, con medias por encima de los 23° C y la media de las máximas alrededor de los 26°C. En los meses de invierno la temperatura media se encuentra alrededor de los 13°C, pudiendo llegar la media de las máximas hasta los 17°C. En la 0 se presenta un gráfico de la evolución de la temperatura media y de las medias de las temperaturas máximas y mínimas en Marbella<sup>1</sup>.

La pluviometría media anual se encuentra en torno a los 590-671 mm. Las precipitaciones que se dan en este municipio se concentran en las estaciones de otoño, invierno y primavera, aunque siendo mayores fundamentalmente en el invierno.

(1) DATOS OBTENIDOS DEL PGOU APROBADO EN 2010, POSTERIORMENTE ANULADO POR SENTENCIA DEL TRIBUNAL SUPREMO.

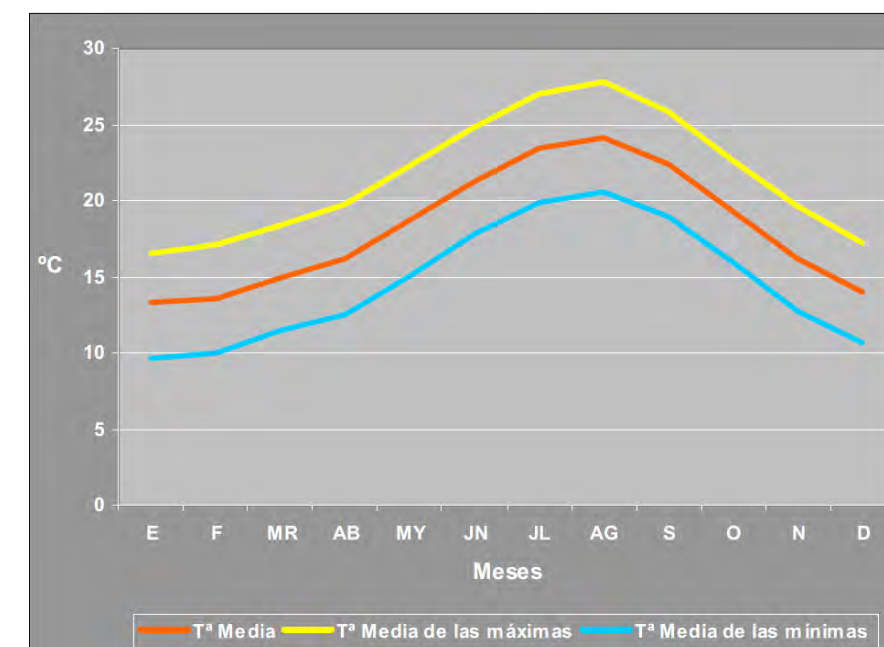


Figura 7. Evolución de la temperatura media, temperatura media de las máximas y de las mínimas en Marbella a lo largo del año. Fuente: PGOU Marbella (2010)

La pluviometría media anual se encuentra en torno a los 590-671 mm. Las precipitaciones que se dan en este municipio se concentran en las estaciones de otoño, invierno y primavera, aunque siendo mayores fundamentalmente en el invierno.

Existen dos vientos predominantes Levante (160 días al año) y Poniente (100 días al año), que se alternan con un régimen de brisas. También se dan vientos menos frecuentes de componente Sur y Norte (Terral, porque proviene de tierra adentro) provocando diversos efectos meteorológicos (nieblas costeras, tormentas, olas de calor, frío, etc.).

## 4.2. HIDROLOGÍA

El término municipal de Marbella se localiza dentro de los límites de la Cuenca Mediterránea Andaluza, en la Cuenca del Sur. Los cursos fluviales más importantes que atraviesan el término municipal de Marbella se presentan en la Tabla 5. La zona de actuación está delimitada por las desembocaduras de los ríos Guadalmina y Guadaiza, y además en ella se encuentra el arroyo del Chopo.

La red de drenaje que discurre por el Término de Marbella posee una serie de características. Por un lado, el carácter litoral de las sierras (de las que parte el drenaje del municipio) hace que los

cursos fluviales tengan un recorrido muy corto, que además se realiza salvando fuertes pendientes, lo que da lugar a que tengan un carácter torrencial.

A pesar de la escasa longitud, lo abrupto del terreno en las cabeceras de las cuencas y buena parte de su recorrido hacen que sean cursos muy activos en los procesos de erosión. Esta fuerte actividad erosiva y en particular la deposición de los materiales desprendidos por la erosión, dan lugar a la formación de graveras y al aporte de materiales al mar en forma de cantos rodados, gravas y arenas.

- Río Guadalmina:** tiene su nacimiento en las estribaciones meridionales de la Serranía de Ronda, donde recoge las aguas de los torrentes que drenan el cono sur del municipio de Igualeja y desde el paraje conocido como “Vega Marbella”, a 580 m de altitud, emprende su recorrido (muy meandriforme) hacia el mar. A lo largo de su recorrido se le unen varios afluentes como pueden ser el Arroyo de las Cabras, el Arroyo Oscuro y el Río Llano de la Leche. Este río tiene una fuerte presión antrópica aguas bajo, con urbanizaciones en su margen derecha y un campo de golf a la izquierda.
- Río Guadaiza:** este río nace también en las estribaciones de la Serranía de Ronda, entre la Sierra de Trinchuelos y los Cerros del Duque, en el extremo más septentrional del municipio de Benahavís. Su recorrido es rectilíneo pero con grandes desniveles de hasta 700 m. Se caracteriza por tener una gran actividad erosiva puesta de relieve en el importante aluvial que ha formado en las proximidades de San Pedro de Alcántara. Este río muestra una importante presión antrópica en su desembocadura (alineación de construcciones de viviendas residenciales en su margen izquierda y de campos de cultivo a la derecha).
- Arroyo del Chopo:**En este arroyo nace en el embalse de la Medrana de pequeña capacidad y superficie. Cabe resaltar el elevado grado de urbanización en su desembocadura.

Finalmente destacar que existen varias presas de derivación que trasvasan al embalse de la Concepción (en el cauce del río Verde) los caudales de avenida de los ríos Guadaiza y Guadalmina.

Nombre	Superficie Cuenca Total (Km²)	Longitud en el municipio (Km)	Desnivel (m)	Pendiente media (%)
Río Guadalmina	67.40	22.62	960	4.29
Río Guadaiza	64	22.18	700	-
Río Verde	96.50	28.02	1560	4.89
Río Real	28.5	11.17	-	-

Tabla 5. Características de los ríos más importantes de Marbella. Fuente: PGOU de Marbella del año 2010, anulado.

### 4.3. GEOLOGÍA

Marbella se sitúa en la cordillera Penibética (alineación a la que pertenece el conjunto montañoso cercano de la Serranía de Ronda) y en la costa del Mar Mediterráneo; dentro de las cinco unidades de relieve que componen la provincia de Málaga en la zona litoral (Depresión de Antequera, Serranía de Ronda, Montes de Málaga, Montes del Litoral y Zona Costera).

En área de Marbella la plataforma continental es ancha, con dos cañones submarinos en el talud continental uno de ellos ligado a las desembocadura del río Guadalmina (zona occidental). Véase la 0.



Figura 8. Mapa geomorfológico del entorno de Marbella. Fuente: Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes.

Un elemento geológico destacable de la zona objeto de actuación es la montaña submarina denominada el Placer de las Bóvedas<sup>2</sup>. Éste se encuentra situado a 4.5 millas al suroeste de San Pedro de Alcántara, en el borde de la plataforma a 30-40 m de profundidad y tiene una altura de 15-25 m (0). El fondo está cubierto de cascajo y afloran muchas rocas que proporcionan un fondo irregular.

En este monte submarino se pueden encontrar diversos tipos de bentos, predominando los fondos rocosos poco elevados, los fondos de maërl, el coralígeno de plataforma y los fondos detríticos en ocasiones en ripples.



Figura 9. Localización del Placer de las Bóvedas: Fuente: Fundación Biodiversidad y Oceana.

#### 4.4. GEOMORFOLOGÍA

##### 4.4.1. Playas

El municipio de Marbella cuenta con una franja costera de 27.9 Km de longitud divididos en veinticinco playas, tres de las cuales se encuentran dentro del ámbito de actuación: playa de Guadalmina, playa Linda Vista y playa San Pedro de Alcántara.

<sup>2</sup> Fundación Biodiversidad y Oceana. 2008. Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica: Atlántico sur y Mediterráneo español. Fundación Biodiversidad y Oceana.

NOMBRE DE LA PLAYA	VARIACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA-AÑOS 1956-1998 (METROS)		VARIACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA-AÑOS 1998-2003 (METROS)	
	AVANCE	RETROCESO	AVANCE	RETROCESO
Playa de Guadalmina	--	-19,24	2,54	--
Playa de Linda Vista	--	-19,17	--	-4,57
Playa San Pedro de Alcántara	--	-27,68	--	-19,19
Playa de Cortijo Blanco	17,98	--	--	-43,11
Playa Puerto Banús	--	-32,58	48,45	--
Playa de Río Verde	--	-74,79	24,24	--
Playa del Ancón	--	-13,68	30,48	--
Playa de Nagüeles	--	-41,56	30,90	--
Playa de Casablanca	--	-51,73	22,49	--
Playa del Cable	0,66	--	25,62	--
Playa del Pinillo	--	-27,27	--	-17,22
Playa de Los Monteros	10,93	--	--	-15,99
Playa del Alicate	18,97	--	--	-34,43
Playa del Pinomar	31,88	--	--	-29,12
Playa del Costa Bella	32,30	--	--	-28,44
Playa Real de Zaragoza	36,35	--	--	-32,56
Playa de Lan Víbora	36,61	--	--	-28,67
Playa de Las Chapas	30,72	--	--	-31,51
Playa de las Cañas	18,24	--	--	-26,52
Playa de Artola o Cabopino	--	-9,29	--	-18,79
Playa de Calahonda	21,67	--	--	-0,05

Figura 10. Variación de la línea de costa de Marbella. Fuente: PGOU de Marbella (2010), anulado posteriormente.

##### 4.4.1.1. Playa Guadalmina

Esta playa se encuentra situada en San Pedro de Alcántara, junto a la urbanización Guadalmina y la desembocadura del río Guadalmina que le da el nombre. Se caracteriza por tener una extensión de 1610 m y estar compartimentada por un campo de espigones perpendiculares a la costa (0). Desde el punto de vista sedimentológico, se trata de una playa compuesta por arenas y gravas.



Figura 11. Playa Guadalmina. La fecha roja indica la desembocadura del río Guadalmina.

##### 4.4.1.2. Playa Linda Vista

Esta playa está localizada junto a la urbanización Linda Vista, en San Pedro de Alcántara y presenta una ocupación alta. Se caracteriza por ser una playa rectilínea y abierta, con una extensión aproximada de 650 m y una anchura media de 30 m, así como por estar compuesta de arenas gruesas y gravas y presencia de bolos.

La presencia de bolos en esta playa está ligada a la desembocadura del Arroyo del Chopo (0). Durante la época de lluvias, cuando el caudal del arroyo aumenta y lleva más velocidad transportando un alto porcentaje de materiales y residuos que son depositados en la playa al perder fuerza debido a la topografía de la zona.



Figura 12. Playa de Linda Vista. La flecha roja indica la desembocadura del arroyo del Chopo.

#### 4.4.1.3. Playa San Pedro de Alcántara

Localizada entre la playa Linda Vista y la desembocadura del río Guadaiza, es una playa urbana que ya ha sido previamente regenerada, con una longitud de 1400 m y una anchura media de 35 m. La tipología es rectilínea y abierta compuesta por arenas medias, gravas y bolos. En esta playa la presencia de bolos está ligada a la desembocadura del río Guadaiza.



Figura 13. Playa San Pedro de Alcántara

## 5. CONTEXTO AMBIENTAL

### 5.1. FLORA

A partir de la información ecocartográfica de las comunidades marinas bentónicas del litoral objeto de Proyecto, llevada a cabo por el Estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Málaga (de aquí en adelante ECOMÁLAGA), existen en la zona infralitoral fondos rocos y detríticos con dominados por la feofícea *Cystoseira* spp. Esta alga es característica de aguas limpias y bajo hidrodinamismo.



Figura 14. *Cystoseira mediterranea*

También se distinguen las comunidades de algas fotófilas sobre sustrato rocoso que aparecen de forma aislada y formando grandes extensiones en el infralitoral de la zona occidental de la playa Guadalmina.

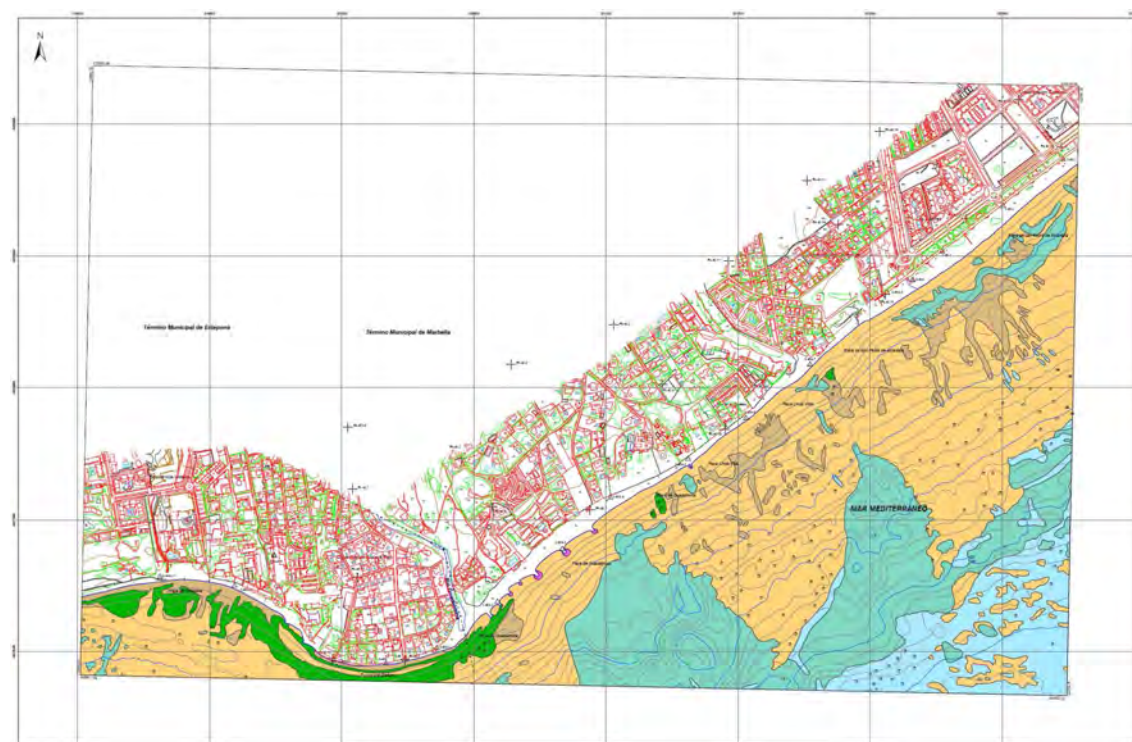


Figura 15. Comunidades marinas bentónicas de la región meridional costera del área de estudio. Fuente: ECOMÁLAGA.

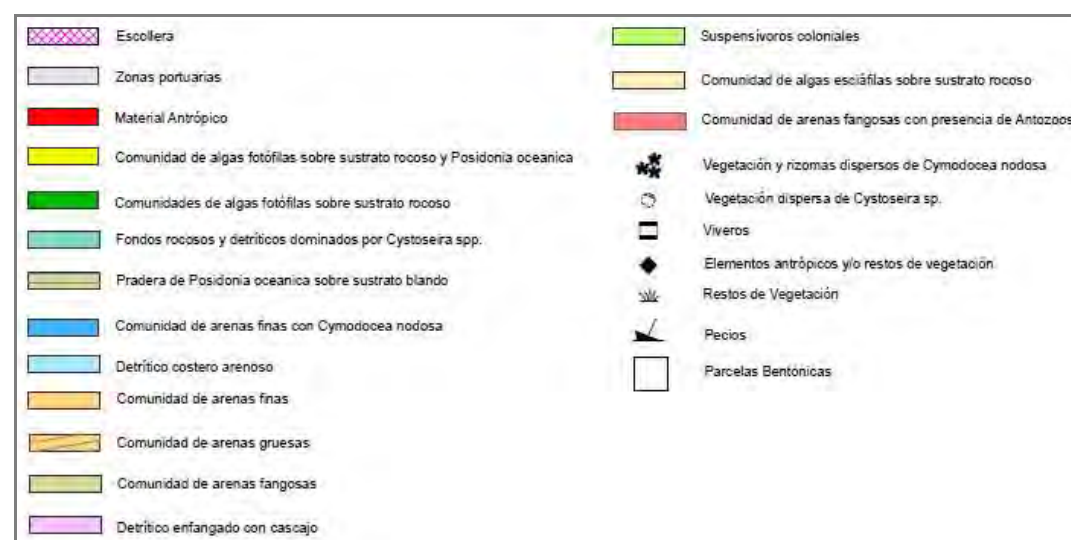


Figura 16. Leyenda de las comunidades bentónicas. Fuente: ECOMÁLAGA

## 5.2. FAUNA

Debido al grado de urbanización que presenta la zona objeto de actuación la diversidad faunística es baja y la presencia de fauna destacable en la zona del supralitoral es escasa.

Entre la avifauna presente en la zona destacan las siguientes especies de gaviotas: patiamarilla (*Larus cachinnans*), de Audouin (*Larus audouinii*), cabecinegra (*Larus melanocephalus*), enana (*Larus minutus*) y reidora (*Larus ridibundus*).

Es frecuente el avistamiento de las especies de defines listado (*Stenella coeruleoalba*) y común (*Delphinus dephis*) y la presencia ocasional en la zona de la tortuga boba *Caretta caretta*. El avistamiento de esta especie de tortuga es destacable pues está catalogada como especie en peligro crítico de extinción por la UICN, en peligro por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y como vulnerable en la Lista de Vertebrados de la Comunidad Autónoma de Andalucía.



Figura 17. *Caretta caretta*

Finalmente, cabe resaltar la importancia faunística presente en la montaña submarina del Placer de las Bóvedas. Ésta alberga distintas especies protegidas del mar Mediterráneo como el gasterópodo *Charonia lampas*, el erizo *Centrostephanus longispinus*, la esponja *Spongia agaricina* y el centollo *Maja squinado*.

Además los alrededores del Placer de las Bóvedas se encuentran pequeños peces pelágicos como la sardina (*Sardina pilchardus*) o la anchoa (*Engraulis encrasicolus*).

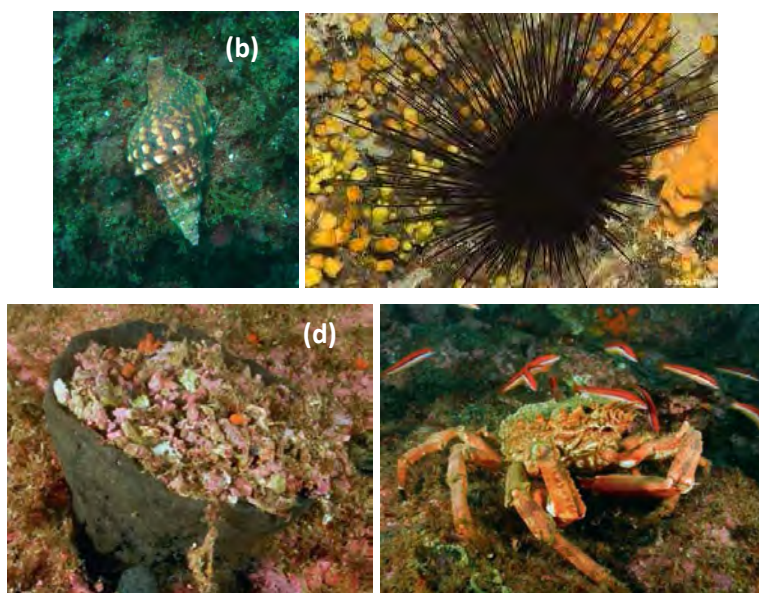


Figura 18. Especies protegidas presentes en el Placer de las Bóvedas. (a) *Charonia lampas*, (b) *Centrostephanus longispinus*, (c) *Spongia agaricina* y (d) *Maja squinado*.

### 5.3. ESPACIOS PROTEGIDOS

Dentro del área de Proyecto destacan, por su especial valor ambiental y relevancia ecológica, los siguientes Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) que forman parte de la Red Natura 2000, catalogados como tal según la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE):

- LIC ES6170020 “Río Guadaiza”: Espacio importante para la conservación de la nutria (*Lutra lutra*).
- LIC ES6170021 “Río Guadalmina”: De igual modo que el anterior, el principal objetivo de conservación de este espacio protegido es la protección de la nutria.
- LIC ES6170037 “El Saladillo - Punta de Baños”: su importancia reside en la conservación de las praderas marinas de *Posidonia oceanica*, especie de fanerógama protegida endémica del Mar Mediterráneo.

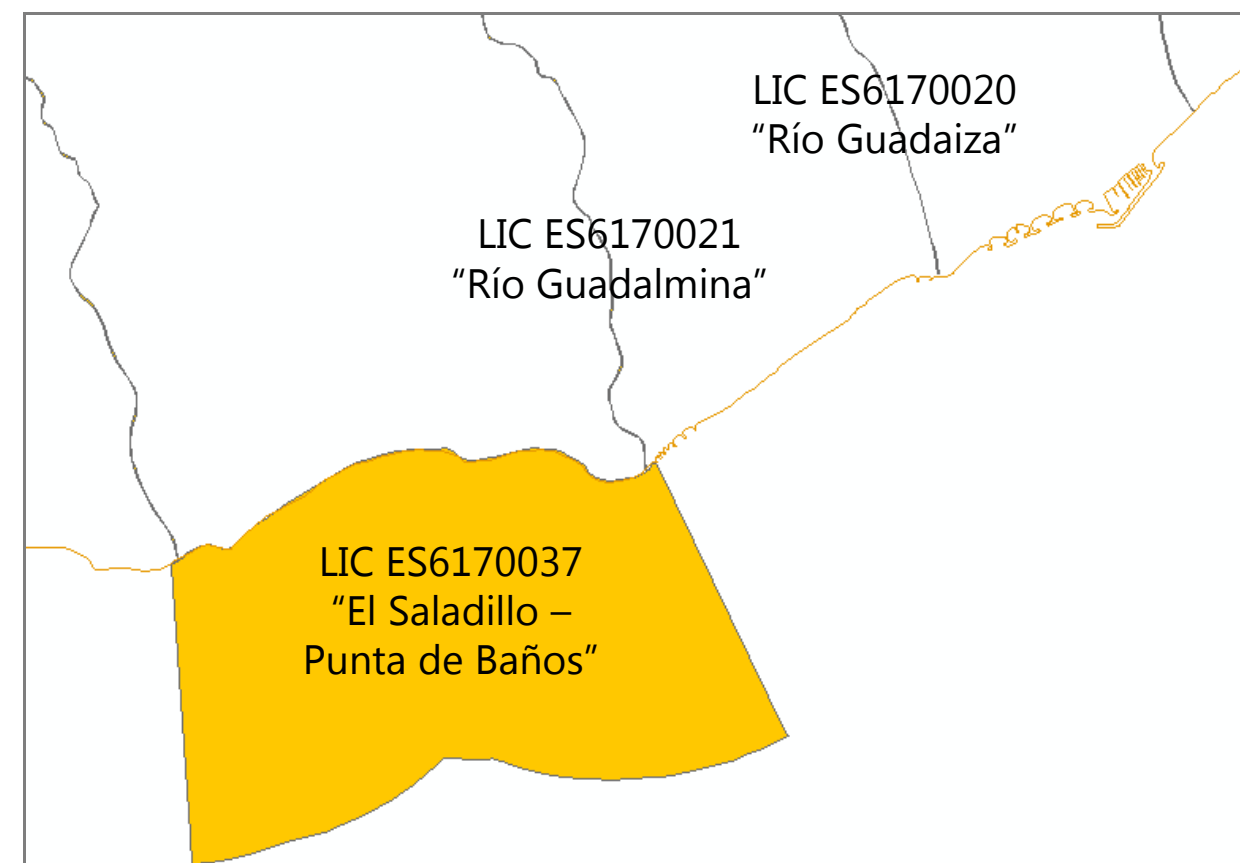


Figura 19. LICs presentes en la zona de actuación y su área de influencia.

## 6. CONTEXTO CULTURAL

Se identifican, como Patrimonio de Andalucía, a considerar y preservar, los siguientes bienes existentes en el borde litoral de estudio y sus inmediaciones que se pasan a describir a continuación.

### 6.1. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO

En la zona objeto del Proyecto, se han identificado tres Zonas de Servidumbre Arqueológica (0) que se detallan a continuación.

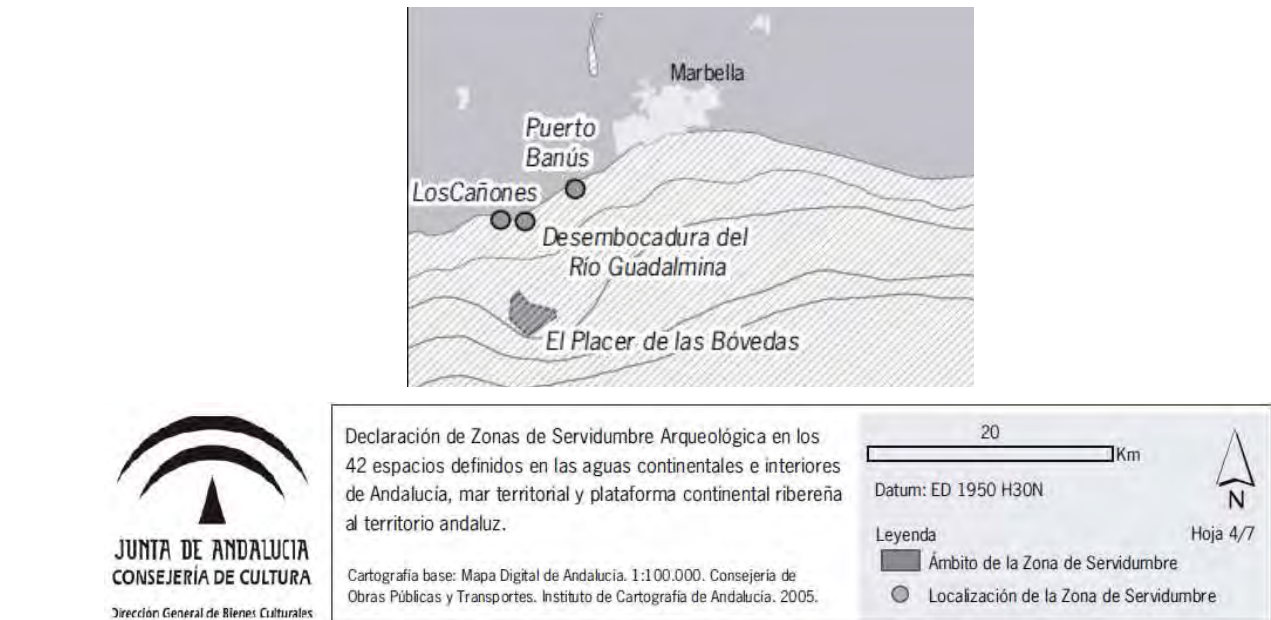


Figura 20. Ubicación de los espacios subacuáticos del Río Guadalmina, el Placer de las Bóvedas, y Puerto Banús.

▪ **Espacio subacuático desembocadura del río Guadalmina (Código 01290670308)**

Este espacio subacuático está catalogado como Zona de Servidumbre Arqueológica (ZSA), Orden de 20 de abril de 2009.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	ZSA		BOJA	28/05/2009	101	59

Tabla 6. Grado de protección del bien.

Las fuentes documentales como el Catálogo arqueológico-artístico de la provincia de Málaga indican la presencia de restos arqueológicos sumergidos. En dicho Catálogo, Armador de los Ríos afirma que “a doce leguas antes de llegar a la población (Estepona, en el sitio que está venta de Casasola hubo ciertas ruinas... Conservaba en el siglo XVIII ruinas de su población y largos murallones debajo del mar”. Además en las inmediaciones de la zona han aparecido numerosos fragmentos de ánforas.

▪ **Espacio subacuático El Placer de las Bóvedas (Código 01290670352)**

Este espacio está localizado a una profundidad de unos 30-40 m enfrente de la desembocadura del río Guadalmina.

Está catalogado como Zona de Servidumbre Arqueológica (ZSA), Orden de 20 de abril de 2009.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	ZSA		BOJA	28/05/2009	101	59

Tabla 7. Grado de protección del bien.

En esta zona se conocen abundantes restos arqueológicos procedentes de este ámbito, entre ellos cinco cepos de plomo y fragmentos de ánforas (Beltrán IIB, s I d.n.e.-mediados del II d.n.e.), algunas de estas piezas se localizan en el Centro de Buceo de Benalmádena. En una zona rocosa muy extensa situada frente a Punta de Baños, en concreto en los dos puntos más altos del bajo, a 17 y 19 metros de profundidad también se localizó material.

▪ **Espacio Subacuático Puerto Banús (Código 01290670298)**

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	ZSA		BOJA	28/05/2009	101	59

Tabla 8. Grado de protección del bien.

Los datos referentes proceden de información oral. Se trata de un grupo de ocho cañones asociados a restos que podrían pertenecer a la estructura de un navío cubierto por la arena. El pecio se encuentra a 2 km al oeste de Puerto Banús a una profundidad de tan sólo 4 ó 5 metros.

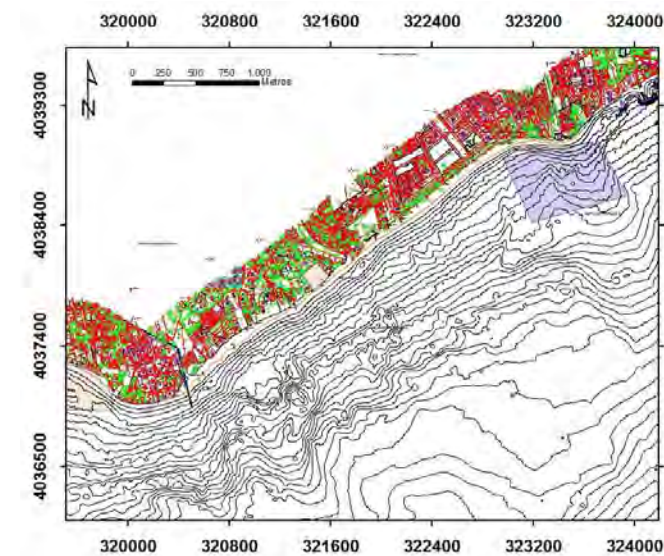


Figura 21. Zona de Servidumbre Arqueológica de Puerto Banús (zona sombreada en morado). Fuente: Ecomálaga

## 6.2. PATRIMONIO INMUEBLE

### Termas romanas de Las Bóvedas (Código 01290690031).

El sitio arqueológico conocido como Termas Romanas de Las Bóvedas se ubica en el margen derecho de la desembocadura del río Guadalmina, y está catalogado como Bien de Interés Cultural (BIC) y como Zona Arqueológica.

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	BIC	MONUMENTO	Gaceta	28/04/1936	119	851
Inscrito	BIC	Zona Arqueológica	BOJA	17/08/2007	162	22

Tabla 9. Grado de protección del bien.

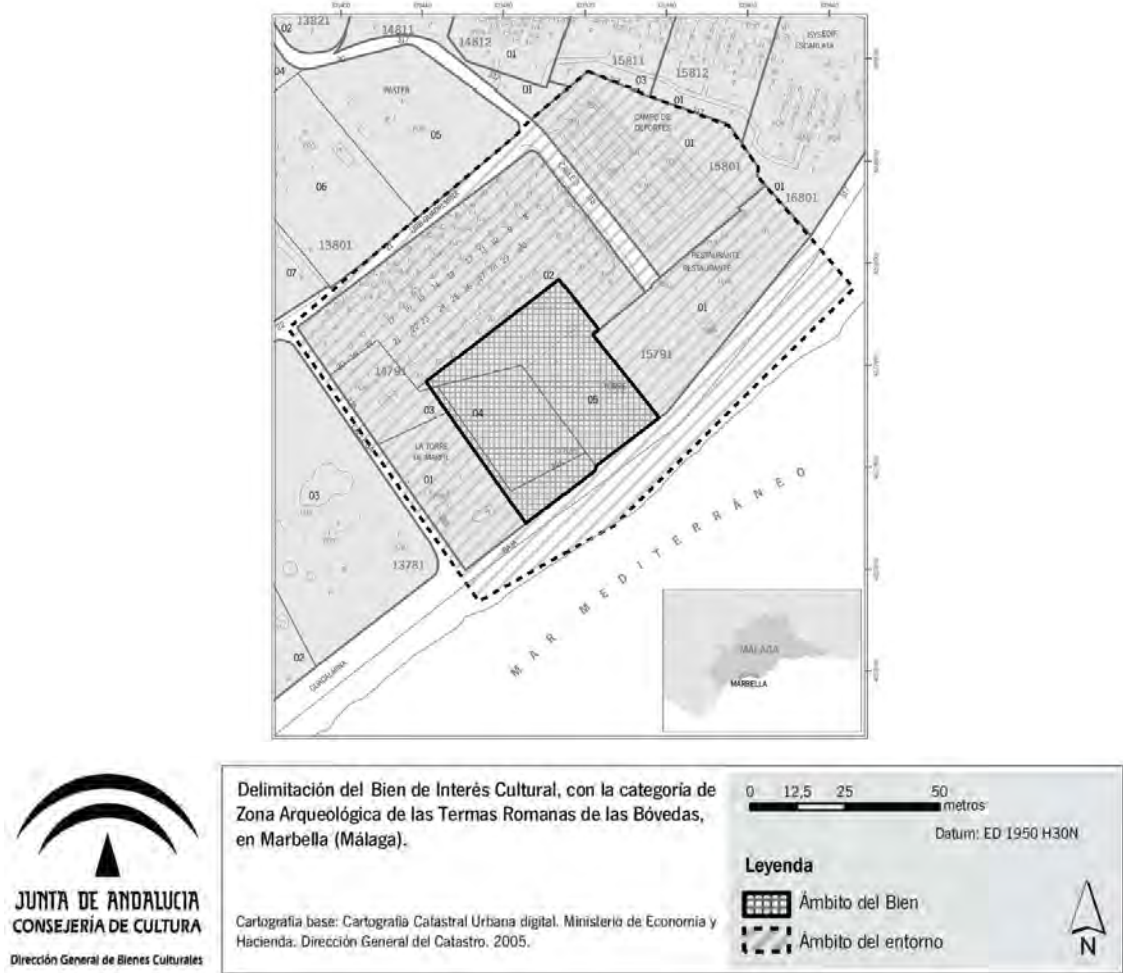


Figura 22. Delimitación del BIC con la categoría de Zona Arqueológica de las Termas Romanas de las Bóvedas. Fuente: BOJA nº162, 17 de agosto de 2007.

Termas romanas de las Bóvedas (código 01290690031)			
Coordenadas localización	Caracterización	Estado de conservación	Alteraciones
Ver Tabla 10	Arqueológica	Óptimo	-

Tabla 10. Estado de conservación de la Torre de las Bóvedas.

Desde antiguo, se conoce la existencia del principal elemento que le da nombre y se corresponde con unas termas romanas, aunque formando parte de la Zona Arqueológica se encuentran una serie de piletas destinadas a la salazón de pescados y salsas derivadas, así como una torre vigía ya de cronología posterior.

La importancia y tipología de los restos hallados son probablemente indicadores de la presencia en esta zona de la ciudad romana de Cilniana, una mansión del Itinerario de Antonino.



Figura 23. Termas Romanas de las Bóvedas.

Estas termas se realizan esencialmente mediante *opus caementicum* y refuerzos de ladrillo, que se revestirían posteriormente con placas de mármol, por lo menos en algunos sectores. Se define por la variedad de fábricas de construcción utilizadas, puesto que a las ya citadas hay que añadir la combinación del *latericum* con el *opus incertum*, contando también con la presencia de otros aparejos como el *opus signinum*. Por otro lado, hay que resaltar su estado de conservación, porque aún hoy en día mantiene parte de su cubierta abovedada, así como las dos plantas en altura, más las infraestructuras correspondientes al sistema de calefacción.

El edificio principal se articula en torno a una sala central de planta octogonal, a la cual se abren diversas estancias, también octogonales. En la parte oriental se observan los sistemas de

*suspensurae* y restos del pavimento original con mosaicos de grandes teselas. Esta área se vincula a un *praefurnium* que alimentaría directamente al *caldarium*, pero las intervenciones arqueológicas han podido documentar la presencia de varios *praefurnium* en estos baños. Por el contrario, las dos salas situadas más al norte no presentan restos de los elementos anteriores y debieron corresponder a salas del recorrido frío, estando dedicada una de ellas, la más occidental, a piscina de agua fría.

El nivel de habitación de la sala central presenta un suelo de *opus signinum*, que se extiende hacia cuatro hornacinas anexas, mientras que en otras partes se reconocen una serie de placas de caliza oolítica, colocadas verticalmente sobre el *opus signinum*, que elevan ese lugar con respecto al resto del suelo de la sala central, que reproducirían así, en planta, el octógono de forma exacta. Estas calizas se consideran procedentes de las canteras antequeranas del Torcal. En el centro de esta sala central se localiza una piscina de planta octogonal, tratándose ésta de una de las partes del edificio más enmascaradas por las transformaciones sufridas a lo largo del tiempo, como consecuencia de los diferentes usos que ha tenido dicha edificación.

La envergadura del edificio termal, que tradicionalmente supera la entidad de una villa, así como la cercanía de los otros elementos ya expuestos y la presencia de otros sitios arqueológicos cercanos, como la Basílica paleocristiana de Vega del Mar, formarían posiblemente parte de un mismo sitio, como una ciudad romana, quizás Cilniana del Itinerario de Antonino. También avala esta hipótesis la presencia significativa de material arqueológico mueble, como cerámica romana, fundamentalmente *terra sigillata* y material numismático abundante y significativo.

▪ Torre de las Bóvedas (Código 01290690045)

Esta torre forma parte del sistema defensivo del litoral mediterráneo y está catalogada como Edificaciones declaradas o incoadas BIC o inscritas en el CGPHA (EN01\_09).

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	BIC	Monumento	BOE	29/09/1985	155	20342
Inscrito	BIC	Monumento	BOE (CE)	11/12/1985		

Tabla 11. Grado de protección del bien.

Torre de las Bóvedas (código 01290690045)			
Coordenadas localización	Caracterización	Estado de conservación	Alteraciones
321600 – 4037950 327131-4041418	Arquitectónica/Arqueológica	Bajo	La principal y la más significativa es la descontextualización de la torre con el entorno.

Tabla 12. Estado de conservación de la Torre de las Bóvedas.

Se encuentra situada en la playa dentro de un entorno arqueológico que la protege frente al urbanismo de la zona.

Es una torre almenara marina perteneciente al complejo de las termas romanas de las Bóvedas. Según los estudios realizados, fue construida entre 1571 y 1575, dentro del sistema de vigilancia de la época y dispuesta para el uso de armas de fuego. Tiene una planta redonda y perfil troncocónico con una altura de 13 m y 8.30 m de diámetro en la base. Presenta un cuerpo macizo inferior y una cámara interior conservada cuya entrada se encuentra en el lado nordeste a 6.75 m del suelo y que cuenta con una pequeña abertura en el lado sur.

A través de una escalera interior se accede al terrado que cuenta con un pretil, sobreelevado en el lado nordeste y con algunos elementos conservados de los matacanes. Su fábrica es de mampostería con uso de ladrillo en diversos elementos como en los huecos exteriores y en la bóveda de la cámara inferior. Presenta sus paramentos revocados.



Figura 24. Torre de las Bovedas. Ubicada en el conjunto de las termas romanas de igual nombre

▪ **Basílica Paleocristiana de Vega del Mar (Código 01290690032)**

Esta basílica paleocristiana está catalogada en el Catálogo General de Patrimonio Histórico Andaluz como Bien de Interés Cultural como yacimiento arqueológico con nivel 1 de Protección Arqueológica Integral (PAI\_01). Además, se pertenece a las Edificaciones declaradas o incoadas BIC o inscritas en el CGPHA y como Elemento de Interés, con nivel 1 de Protección Integral (EN01\_01).

Estado	Régimen	Tipología Jurídica	Publicado en	Fecha	Número	Página
Inscrito	BIC	MONUMENTO	Gaceta	03/06/1931	-	-

Tabla 13. Grado de protección del bien.

Basílica Paleocristiana de Vega del Mar (código 01290690032)			
Coordenadas localización	Caracterización	Estado de conservación	Alteraciones
Polígono determinado por:  A: 321900-4038465 B: 321985-4038370 C: 321965-4038355 D: 322010-4038270 E: 321885-4038170 F: 321815-4038270 G: 321815-4038285 H: 321805-4038300 I: 321740-4038340	Arqueológica/Arquitectónica	Alto	-

Tabla 14. Estado de conservación de la basílica paleocristiana de Vega del Mar.

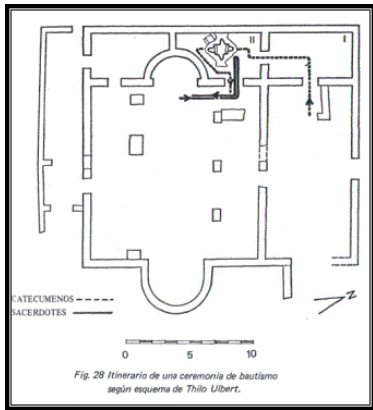


Figura 25. Basílica paleocristiana Vega del Mar.

Los restos de la Basílica se ubican en San Pedro de Alcántara, cerca de la playa de Linda Vista, y asociados junto con una necrópolis.

De toda la estructura tan sólo se conserva la cimentación y el arranque de los muros, por lo que es complicado tener una idea de la configuración original. Datada, en principio, en el último tercio del siglo IV, junto a la vía Heraclea, posteriormente fue reconstruida y convertida durante la época visigoda al tipo de las iglesias norteafricanas.

Posee planta basilical de tres naves y doble ábside contrapuesto; uno semicircular al este, y el otro, el principal, al oeste en forma de herradura e inscrito en un rectángulo que forma dos aposentos laterales a su alrededor; la sacristía y el baptisterio, seguido de otra sala que comunica con él. El Baptisterio contiene una pila bautismal tallada en una sola piedra con forma exterior de pez y cuatrilobulada en su interior con siete escalones que responden a los siete misterios del Espíritu Santo descritos por San Isidoro: tres de descenso, uno de descanso y tres de ascensión.

Adosados a sus lados mayores hay dos atrios, sobre los que se abren las puertas, y en donde se han encontrado enterramientos, como tumbas de inhumación, con ajuar fechadas entre los siglos VI y VII. También se han encontrado enterramientos fechados por los ajuares entre el siglo II y IV.

La construcción es pobre, como todas las iglesias de la época, de guijarros y mampuestos pequeños cogidos con mortero de cal. En la zona de los pilares aparecen, sin embargo, sillares mejor trabados, lo que hace pensar en una reconstrucción del edificio.

▪ **Subsuelo Urbano de Guadalmina (Código 01290690042)**

En toda la zona se han producido hallazgos de objetos aislados de época romana (S. III AC -s. V DC).

Está incluido en Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía (SIPHA) y como Nivel 2, Protección Arqueológica Preferente (PAP) en el “Catálogo de Protección del Patrimonio Arqueológico”.

Tipologías	P. Históricos/Etnias
Restos de artefactos	Época romana

Tabla 15. Tipología

Subsuelo Urbano de Guadalmina (código 01290690042)			
Coordenadas localización	Caracterización	Estado de conservación	Alteraciones
<p>Polígono determinado por:</p> <p>A: 320513-4037120 B: 320145-4037505 C: 320157-4038439 D: 321138-4038750</p>	Arqueológica	Indeterminado	-

Tabla 16. Estado de conservación del Subsuelo Urbano de Guadalmina.

▪ **Necrópolis y hábitat tardorromano de Vega del Mar (Código 01290690043)**

Se han localizado en superficie de restos de época romana (s. III AC -s. V DC).

Está incluido en Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía (SIPHA) y como Nivel 2, Protección Arqueológica Preferente (PAP) en el “Catálogo de Protección del Patrimonio Arqueológico”.

De interTipologías	P.Históricos/Etnias
Asentamientos	Bajo imperio romano
Construcciones funerarias	Bajo imperio romano

Tabla 17. Tipología

## 7. CARACTERIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL TRAMO LITORAL

La zona de actuación abarca una extensión de 3.5 Km. Atendiendo a las características ambientales, geomorfológicas, sedimentológicas y arqueológicas, se propone dividir el tramo objeto de actuación en tres zonas o tramos (06):

- **Tramo 1:** este tramo se extiende desde la desembocadura del río Guadaiza hasta la el límite con la basílica paleocristiana Vega de Mar. En este tramo se encuentra la playa de San Pedro de Alcántara, compuesta por arenas medias, gravas y sobre todo, en el entorno de la desembocadura al norte del río Guadaiza, una importante presencia de bolos. Incluye parcialmente el LIC ES6170020 Río Guadaiza y la Zona de Servidumbre Arqueológica (ZSA) Puerto Banús.

- **Tramo 2:** está comprendido parcialmente por el subsuelo urbano de Guadalmina, englobando la playa Linda Vista. En este tramo se encuentran las Termas Romanas de las Bóvedas y la Torre de las Bóvedas, la basílica paleocristiana Vega de Mar, la Necrópolis y hábitat tardorromano Vega del Mar y la desembocadura del arroyo del Chopo. En este tramo litoral, la sedimentología de la playa está caracterizada por arenas gruesas, gravas y presencia de bolos.

- **Tramo 3:** comprende la totalidad de la playa Guadalmina, englobando parcialmente el subsuelo urbano de Guadalmina. En este tramo se localizan parcialmente el LIC ES6170037 El Saladillo-Punta de Baños, la montaña submarina y la ZSA “El Placer de las Bóvedas”, la ZSA “Desembocadura del Río Guadalmina” y parcialmente el LIC ES6170021 desembocadura del río Guadalmina.



Figura 26. Zonificación del tramo de objeto de actuación indicando los elementos más característicos de cada tramo.

8. ANTECEDENTES TÉCNICOS

A partir de las fotografías aéreas y de las ortofotos disponibles de la zona de estudio, se ha realizado un histórico de actuaciones previas llevadas a cabo en las diferentes playas.

Fecha	Playa	Actuación
1956-1977	San Pedro de Alcántara	Tres espigones transversales a costa en el extremo septentrional
1977-1984	Guadalmina	Construcción de 7 espigones perpendiculares a la línea de costa
1977-1984	Guadalmina	Construcción de un pantalán al NE de esta playa para el amarre de embarcaciones deportivas
2ª Mitad de los años 80	San Pedro de Alcántara	Modificación de la configuración de los espigones del sector septentrional que pasan a ser semi-sumergidos
Principios de los años 90	San Pedro de Alcántara	Construcción del paseo marítimo “Fernando Moreno”
Finales de los 90 principios del s. XXI	San Pedro de Alcántara	Sustitución de los 3 espigones de la playa por un solo espigón y un tramo de escollerado longitudinal
Finales de los 90 principios del s. XXI	Guadalmina	Desmantelación de parte de los 3 primeros espigones de la playa, que pasan a adoptar la configuración de espigones de escaso desarrollo de tipología similar a los 4 ubicados al sur.
2003	San Pedro de Alcántara	En el sector este de la playa se construyen una batería de 6 espigones transversales a la costa semi-sumergidos.
2004	Guadalmina	Se pasa de 7 espigones a 6 espigones.
2004-2007	Guadalmina	Desmantelación del pantalán

Tabla 18. Resumen de actuaciones previas llevadas a cabo en la zona objeto de actuación.



Figura 27. Fotografías aéreas de 1977 (izq.) y 1984 (dcha.) de la Playa de Guadalmina.

## 9. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Como información de partida del proyecto, se cuenta con la siguiente documentación recopilada:

- Carta Náutica 45A “De Punta Carnero a Cabo Sacratif y de Punta Cires a Cabo Negro”. Escala 1:175,000 (2008), y Carta Náutica 454 “De Estepona a Punta Calaburras”, escala 1:50,000. (2009).
- Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Gobierno de España. 2008. “Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM) 2.0. Obras de atraque y amarre. Criterios Generales y Factores de Proyecto”.
- Puertos del Estado. Ministerio de Fomento. Datos de la red SIMAR y de la Boya de Málaga.
- Consejería para la igualdad y el bienestar social. 2012. “Documento Técnico sobre el Decreto Andaluz de Accesibilidad”.
- Planos y expedientes del deslinde del Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- Plan General de Ordenación Urbana del año 1986 actualmente vigente nuevamente tras la anulación del Plan General de Ordenación Urbanística de Marbella del año 2010.
- Dirección General del Catastro.
- Registro de la Propiedad de Marbella.
- Topo-batimetría de detalle proporcionada por la demarcación y que corresponde al Estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Málaga (en adelante ECOMÁLAGA).

- Ortofotografías aéreas del Instituto Geográfico Nacional y del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

- Evaluación de la calidad de las aguas y sedimentos del litoral de Andalucía, años 1999-2003.

## 10. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del presente Proyecto es la adecuación y estabilización del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza, en el término municipal de Marbella.

Los objetivos específicos de este proyecto de actuación son:

- Rehabilitar y estabilizar las playas en las zonas en las que se esté produciendo retroceso de la línea de costa. Se analizarán actuaciones que permitan establecer una solución estable de la línea de playa.
- Recuperación de la servidumbre de protección, y especialmente la servidumbre de tránsito, con propuesta de paseos peatonales en los subtramos, en los que o no está respetada aquella o bien se encuentra parcialmente ocupada.

**Anejo nº2: Estudios previos y Replanteo.**  
(Se añade todos los puntos obtenidos del levantamiento topográfico y los puntos para el replanteo de los ejes de los espigones)

## ANEJO Nº2: ESTUDIOS PREVIOS.

### ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2 LEVANTAMIENTO TOPO-BATIMÉTRICO .....</b>	<b>2</b>
2.1 <b>OBJETO .....</b>	<b>2</b>
2.2 <b>INFORMACIÓN DE PARTIDA .....</b>	<b>2</b>
2.2.1    Cartas náuticas .....	2
2.2.2    Topo-batimetría de detalle .....	2
2.2.3    Análisis de la información disponible.....	4
2.2.3.1    Cobertura.....	4
2.2.3.2    Grado de definición del levantamiento .....	5
2.2.3.2.1    Pliego de Prescripciones Técnicas .....	5
2.2.3.2.2    Recomendaciones para Obras Marítimas .....	5
2.2.3.2.3    Experiencia en estudios anteriores .....	6
2.2.3.3    Conclusión.....	6
2.3 <b>DISEÑO DE LA CAMPAÑA TOPO-BATIMÉTRICA.....</b>	<b>6</b>
2.3.1    Definición del área a levantar y precisión del levantamiento .....	6
2.3.2    Sistema de coordenadas.....	7
2.3.2.1    Sistema de referencia planimétrico .....	7
2.3.2.2    Sistema de referencia altimétrico .....	8
2.4 <b>DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>9</b>
2.4.1    Batimetría .....	9
2.4.2    Topografía .....	9
2.5 <b>RESULTADOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3 CAMPAÑA SEDIMENTOLÓGICA .....</b>	<b>10</b>
3.1 <b>OBJETO .....</b>	<b>90</b>
3.2 <b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
3.3 <b>RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>4 CAMPAÑA GEOFÍSICA.....</b>	<b>11</b>
4.1 <b>OBJETO.....</b>	<b>10</b>
4.2 <b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>

<b>4.3    RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
--------------------------------	-----------

APÉNDICE I: TRABAJO DE CAMPO REALIZADO POR TECNOAMBIENTE EN 2014

APÉNDICE II: REPLANTEO DE PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO POR ACOPORT EN FEBRERO DE 2018.

## ANEJO Nº2: ESTUDIOS PREVIOS.

### 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la descripción de los estudios previos llevados a cabo en el litoral de San Pedro de Alcántara a fin de que sirvan como punto de partida y base de análisis para el desarrollo del Proyecto.

Se procede así al planteamiento y diseño de las campañas de campo topo-batimétrica, sedimentológica, y geofísica, de la metodología seguida en su ejecución, y de los resultados obtenidos.

La totalidad del estudio, realizado por la empresa *Tecnoambiente*, se encuentra en el *Apéndice 2.1. Informe de los trabajos de campo* de este Anejo, perteneciente a los trabajos que encargó la consultoría IBERPORT en su momento. En esta asistencia técnica, se ha realizado una comprobación y chequeo de los datos que se obtuvieron, con una actualización de la topografía de campo realizando un levantamiento con fecha Enero de 2018, además de otras comprobaciones y actualizaciones de otros datos diversos.

### 2 LEVANTAMIENTO TOPO-BATIMÉTRICO

#### 2.1 OBJETO

##### 2.1.1 Levantamiento topográfico

En la zona de intervención, se ha procedido a revisar y actualizar la cartografía existente mediante un levantamiento topográfico que permite obtener una cartografía actualizada para la realización del proyecto.

##### 2.1.2 Levantamiento batimétrico

De igual forma, se procedió a revisar el levantamiento batimétrico de la zona de intervención, para la definición de las obras objeto del proyecto. Para poder llevar a cabo con garantía suficiente los estudios respecto a propagación de oleaje, hidrodinámica de corrientes y dinámica litoral, cuyos

resultados son determinantes para la evaluación de la problemática actual y de las diferentes alternativas propuestas se ha utilizado el área de levantamiento batimétrico en la superficie suficiente que permita la aplicación eficiente del software emplea para esos estudios.

#### 2.2 INFORMACIÓN DE PARTIDA

##### 2.2.1 Cartas náuticas

La configuración del modelo digital del terreno, necesario para la propagación del oleaje desde aguas profundas, donde éste no se ve afectado por el fondo, hasta la costa objeto de estudio, requiere de la adquisición y digitalización de cartas náuticas que proporcionan la información relativa a su configuración más allá del litoral y la plataforma continental.

Las cartas náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina que abarcan el área de interés son:

- Carta Náutica 45A “De Punta Carnero a Cabo Sacratif y de Punta Cires a Cabo Negro”. Escala 1:175,000. Agosto 2008.
- Carta Náutica 454 “De Estepona a Punta Calaburras”. Escala 1:50,000. Abril 2009.

##### 2.2.2 Topo-batimetría de detalle

Dicha información, facilitada por la Demarcación de Costas de Andalucía Mediterráneo, corresponde al levantamiento topo-batimétrico de la zona de actuación efectuado desde septiembre de 2004 a septiembre de 2005 por *Tecnoambiente* como parte del “*Estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Málaga*” (en adelante ECOMÁLAGA) a cargo de la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente.

Se ha procedido a realizar un nuevo levantamiento topográfico sobre toda la extensión de la playa, un frente de costa de 3,50 kilómetros, durante el mes de Enero de 2018, para actualizar la información del ECOMÁLAGA, presentándose en este proyecto todos los diseños y cálculos sobre esta última y actualizada base topográfica.

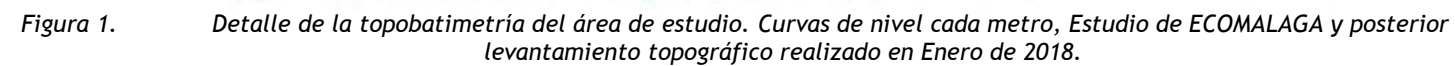


Figura 2. Recorridos seguidos por las embarcaciones para el levantamiento batimétrico del área de Proyecto.

El empleo del sistema multihaz mejora a los clásicos con ecosonda monohaz en los siguientes puntos:

- Buena resolución (1.25 cm)
- Cobertura total del área estudiada
- Control de los movimientos del barco
- Mayor número de sondas por ha
- Permite obtener hasta 40 haces por segundo

Este sistema de ecosonda permite obtener no solo información puntual de la profundidad bajo el punto sondado, sino a lo largo de una banda el doble de ancha que el calado que se está investigando.

La ecosonda multihaz empleada (SEABAT) dispone de 60 haces separados 1.5°, que son activados a la vez, con una periodicidad que puede llegar hasta 30 veces por segundo.

Este modelo pertenece a la última generación de ecosondas. A diferencia de las ecosondas clásicas de uno o dos haces (33-220 kHz), estas ecosondas constan de hasta 101 haces, y cada haz recoge información de un punto diferente desde los 0.5 m de profundidad hasta -320 m.

Además, con objeto de llevar a cabo una identificación de los tipos de fondos y de las comunidades bentónicas asentadas en ellos, se montó en el barco “Investigador” un Sonar de Barrido Lateral (*Side Scan Sonar Multihaz 8101*).

Así, la interpretación y distribución de las diferentes reflectividades se complementó con datos geofísicos, sedimentológicos (basados en muestras superficiales) y en la información batimétrica.

Todo el estudio está referido al elipsoide *Hayford* (ED50) con proyección U.T.M. (*Universal Transversa Mercator*), Huso-30. Tomándose como sistema de referencia altimétrico el nivel medio del mar en Alicante (NMMA).

La **cartografía** de la costa, se obtuvo por dos sistemas de levantamiento; el primero por restitución de un vuelo fotogramétrico y el segundo por **topografía** clásica de todas las playas secas, con definición de las obras de fábrica existentes.

El vuelo utilizado fue suministrado por la Dirección General de Costas. Dicho vuelo fue realizado en enero de 2003, a color con escala de fotograma 1:5,000.

La escala de representación y captura de datos, corresponde a la escala 1:1,000 con equidistancia de curvas de nivel de 1 metro.

Con el vuelo existente y con el apoyo de campo se escanearon los fotogramas, colocándolos por este proceso a escala, seguidamente se efectuó el montaje en mosaico de la línea de la costa, cortando dicho mosaico georreferenciado a escala 1:5,000.

Los levantamientos topográficos en las zonas de playa seca se llevaron a cabo mediante topografía clásica entrando en el agua con equipo ligero de buceo para definir hasta la cota con valor aproximado de -1,50 m para poder efectuar la unión de los datos procedentes de la playa sumergida y la playa seca.

Para la redacción de este proyecto, se ha vuelto a realizar un levantamiento sobre el terreno mediante equipo de GPS, tomando toda la playa en todo el tramo objeto de estudio, desde la línea de orilla hasta el alcance interior con del deslinde del Dominio Público Marítimo Terrestre. Para poder obtener un mayor detalle, se ha procedido a realizar un levantamiento con tal detalle que pueda ser representable curvas topográficas de nivel cada 0,50 metros. Además, mediante GPS, se ha procedido a tomar datos de cotas por debajo de la orilla, hasta la batimétrica -1,00, para obtener la zona de rompientes en la proximidad de la orilla con el máximo rigor y realismo, para verificar, como es el caso, la validez de la topografía disponible, puesto que las curvas batimétricas -1,00 coinciden mayormente o no suponen una modificación reseñable. Esta topografía se realizó en Enero de 2018.

## 2.2.3 Análisis de la información disponible

### 2.2.3.1 Cobertura

Según lo expuesto anteriormente, el diseño de las mallas de propagación del oleaje requiere de información batimétrica desde aguas profundas ( $h > L/2$ ), cuyo límite es dependiente del periodo del oleaje dominante en la zona.

Tomando el periodo de oleaje más desfavorable del registro WANA 2024075 calibrado con datos de la boya del Mar de Alborán como parte del *Anejo 5.- Clima marítimo* (ver Figura 3),  $T_p=21$  s, se tiene que, la transición entre aguas profundas e intermedias en la zona de Proyecto se da a 345 m de profundidad, y entre intermedias y reducidas ( $h < L/20$ ) a -35 m.

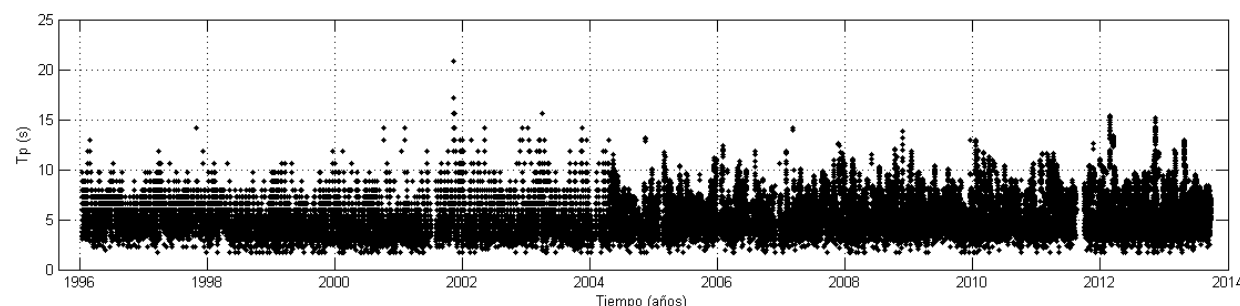


Figura 3. Serie de periodo de pico del oleaje del nodo WANA 2024075 calibrado con datos de boya.

Figura 4.  
Figura 5.

Con lo que, solapando la información de las cartas náuticas 45A y 454 del IHM con la información topo-batimétrica de ECOMÁLAGA, se consigue abarcar toda el área requerida para los estudios de propagación de oleaje, simulación de corrientes y establecimiento de la dinámica litoral.

Sin embargo, cabe resaltar que la topo-batimetría de detalle, aunque de gran precisión y representatividad, carece de información batimétrica entre la cota -1.5 m, límite de la campaña topográfica, y los 2-3 m de profundidad a partir de los cuales se efectuaron los recorridos batimétricos, primeros metros del perfil activo de la playa (véase Figura 2).

Su correcto empleo requerirá por tanto del levantamiento, mediante campaña de campo, de esta zona somera.

### 2.2.3.2 Grado de definición del levantamiento

#### 2.2.3.2.1 Pliego de Prescripciones Técnicas

Para el desarrollo de la batimetría propuesta, el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) especifica que dicho levantamiento se llevará a cabo hasta la cota -12 m y que el recorrido de la embarcación se realizará sobre perfiles transversales separados 25 metros, completándose con tres recorridos longitudinales a las cotas -2, -5 y -10.

No obstante, de las conclusiones alcanzadas en el apartado anterior se descarta su desarrollo más allá de la cota -5 m, considerándose como objetivo principal del desarrollo de la campaña la definición del perfil activo de las playas en aquellas zonas en que se carece de información.

#### 2.2.3.2.2 Recomendaciones para Obras Marítimas

Las Recomendaciones para Obras Marítimas de “Proyecto y ejecución de Obras de Atraque y Amarre”<sup>1</sup> (ROM 2.0-11) establece en su capítulo IV “Definición de los estados y situaciones de Proyecto”, epígrafe 4.2.2 Geometría del terreno, el procedimiento a seguir para la determinación de la precisión requerida para levantamientos batimétricos destinados a la definición de los procesos de transformación de los agentes climáticos marinos.

Según estas recomendaciones, normalmente se consideran suficientes escalas del orden de 1:10,000 para las zonas con profundidades reducidas ( $h < L/20$ ) y de hasta 1:50,000 para aquellas con profundidades intermedias ( $L/20 < h < L/2$ ).

No obstante, si dichas zonas tienen una batimetría muy irregular o con presencia de bajos o cauces de dimensiones apreciables a estos efectos [ $b/L \geq 0.1$ ], la escala seleccionada deberá ser capaz de identificarlos.

Para estos casos, es recomendable espaciamientos de perfiles menores de  $L/8$ , siendo  $L$  la longitud de onda asociada al periodo medio del oleaje en el estado de mar de proyecto más desfavorable.

Dado que se tiene constancia de la existencia en la zona de lajas rocosas, se procede al cálculo de este parámetro para la definición de la distancia entre los perfiles a levantar.

Ajustando los valores de periodo de pico del oleaje ( $T_p$ ) de la serie de oleaje WANA calibrada (de 1996 a 2013), a una función de distribución Gumbel de Máximos (Figura 6) para la obtención del Régimen Medio ( $R^2=99.59$ ), y tomando como valor para el cálculo de la longitud de onda ( $L$ ) el

<sup>1</sup> Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Gobierno de España. 2008. “Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM) 2.0. Obras de atraque y amarre. Criterios Generales y Factores de Proyecto.”



realizará durante periodos de tiempo de iguales características; si bien, centrados en la hora de la bajamar, hasta la cota -1, a fin de enlazar con el levantamiento batimétrico.

## 2.3.2 Sistema de coordenadas

### 2.3.2.1 Sistema de referencia planimétrico

El sistema de coordenadas utilizado será el de la Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M.), huso 30, elipsoide internacional<sup>2</sup>.

El sistema de referencia terrestre internacional convencional se materializa a través de las coordenadas de una serie de estaciones distribuidas por todo el mundo en ese sistema de referencia, constituyendo el ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*), establecido y mantenido por la IERS (*International Earth Rotation and Reference System Service*).

La realización práctica de un marco geodésico global de referencia tiene que establecer una serie de puntos con un conjunto de coordenadas. Para la obtención de un conjunto de puntos consistentes infieren:

- la localización de un origen.
- la orientación del sistema de ejes cartesianos ortogonales.
- una escala.

Un conjunto de estaciones con coordenadas bien determinadas constituyen o representan una realización de un Marco de Referencia Terrestre (TRF). Como consecuencia de estos efectos temporales se definen los sistemas y marcos de referencia terrestres (ITRF). Hasta ahora existen 11 realizaciones del ITRF publicadas por el IERS: ITRF88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, combinada 96+97, ITRF2000 e ITRF2005. Los ITRFyy consisten por tanto en una lista de estaciones con sus coordenadas en una época de referencia (definición del ITRFyy) y velocidades anuales<sup>3</sup>.

El Real Decreto 1071/2007 establece 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, el ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), recomendado por la Subcomisión de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) para su adopción en Europa.

Este sistema, y el REGCAN95 para Canarias, tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE y sus densificaciones.

La siguiente tabla recoge los vértices geodésicos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) presentes en la zona de actuación y sus inmediaciones, base para el posicionamiento:

Vértices y Clavos IGN	Coordenadas Geográficas ETRS89		Coordenadas UTM ED50		Coordenadas UTM ETRS89	
ID	longitud	latitud	x	y	x	y
NGZ240* S. Pedro de Alcántara (136)	-4º 58' 51.31"	36º 29' 05.77"	322666.49	4039766.47	322553.430	4039561.520
Duque (107269)	-	-	325103.91	4039669.52	324990.875	4039464.537
SSK 186.1 (522070)	-4º 50' 01.31"	36º 30' 25.34"	335902.35	4041957.53	335789.36	4041752.45
NGS 464 (522071)	-4º 50' 42.8"	36º 30' 20.9"	334867.55	4041840.41	334754.55	4041635.34
NGS 465 (522072)	-4º 50' 43.1"	36º 30' 20.8"	334860.03	4041837.47	334747.03	4041632.41
SSK 183.2 (522074)	-4º 51' 55.569"	36º 30' 32.846"	333064.3	4042243.42	332951.3	4042038.37
NGK 186 (522075)	-4º 52' 30.32"	36º 30' 33.38"	332200.11	4042276.67	332087.11	4042071.62
SS Farmacia (522076)	-4º 53' 14.52"	36º 30' 34.19"	331101.02	4042323.11	330988.01	4042118.07
NGK 183 (522077)	-4º 53' 41.83"	36º 30' 36.92"	330423.27	4042420.58	330310.27	4042215.55
NGK 182 (522078)	-4º 53' 44.9"	36º 30' 36.8"	330346.82	4042418.38	330233.82	4042213.36
SS Gazapo (522080)	-4º 55' 05.532"	36º 30' 26.581"	328334.66	4042143.18	328221.64	4041938.17
SSK 177.0 (522081)	-4º 55' 54.320"	36º 30' 07.384"	327109.04	4041575.84	326996.02	4041370.84
SSK 176.1 (522082)	-4º 56' 29.741"	36º 29' 54.690"	326219.88	4041202.36	326106.85	4040997.37
NGZ 237 (522083)	-4º 57' 01.792"	36º 29' 41.881"	325414.43	4040823.73	325301.39	4040618.75
NGZ 238 (522084)	-4º 57' 02.5"	36º 29' 41.3"	325396.45	4040806.18	325283.41	4040601.2
SSK 173.5 (522086)	-4º 57' 54.37"	36º 29' 15.48"	324089.58	4040036.7	323976.52	4039831.73
SSK 172.5 (522087)	-4º 58' 32.84"	36º 29' 09.32"	323128.37	4039866.44	323015.31	4039661.48
NGZ 239 (522088)	-4º 58' 49.6"	36º 29' 07.5"	322710.14	4039818.91	322597.08	4039613.96
SSK 170.7 (636001)	-4º 59' 38.65"	36º 28' 45.02"	321475.18	4039151.3	321362.1	4038946.36

Tabla 1. Coordenadas vértices geodésicos del IGN.

### 2.3.2.2 Sistema de referencia altimétrico

<sup>2</sup> PPT

<sup>3</sup> Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La nivelación de los trabajos estará referida al cero del mar en Alicante o Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA).

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece el origen de altitudes en tierra. En la Península Ibérica se utiliza el Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA) obtenido a partir de datos de nivel del mar en este puerto. Constituye la única referencia nacional terrestre.

La relación existente entre este Datum y los Ceros Hidrográfico (LAT<sup>4</sup>) y de los Mareógrafos del Puerto de Málaga (Cero del Puerto), establecida por Puertos del Estado, se detalla a continuación.

#### ➤ Mareógrafo de Málaga (3542)

El cero del Mareógrafo de Málaga está situado a 1.244 m por debajo del clavo geodésico SSK-236 (ubicado frente a la puerta de la caseta). Las relaciones entre los datos de nivel del mar (NM) medidos por el mareógrafo y los ceros geodésico (IGN) e hidrográfico (H) de referencia son:

$$NM_{IGN} = NM_{mareógr.} - 0.415 \quad (1)$$

$$NM_H = NM_{mareógr.} - 0.068 \quad (2)$$

#### ➤ Mareógrafo de Málaga 3 (3546)

El cero del mareógrafo concuerda con el Cero del Puerto, a 3.333 m bajo Clavo de Referencia SP FARO (NGAB) emplazado sobre la esquina NW de la peana del faro situado junto al mareógrafo. Para referir los datos del mareógrafo al cero geodésico nacional:

$$NM_{IGN} = NM_{mareógr.} - 0.431 \quad (3)$$

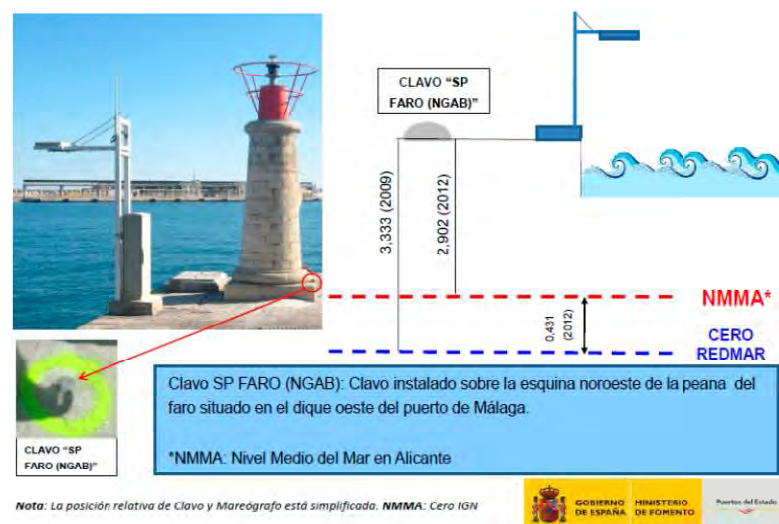


Figura 8. Esquema del Datum del Mareógrafo REDMAR Málaga 3 (cotas en metros).  
Fuente: Puertos del Estado, Ministerio de Fomento.

## 2.4 DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

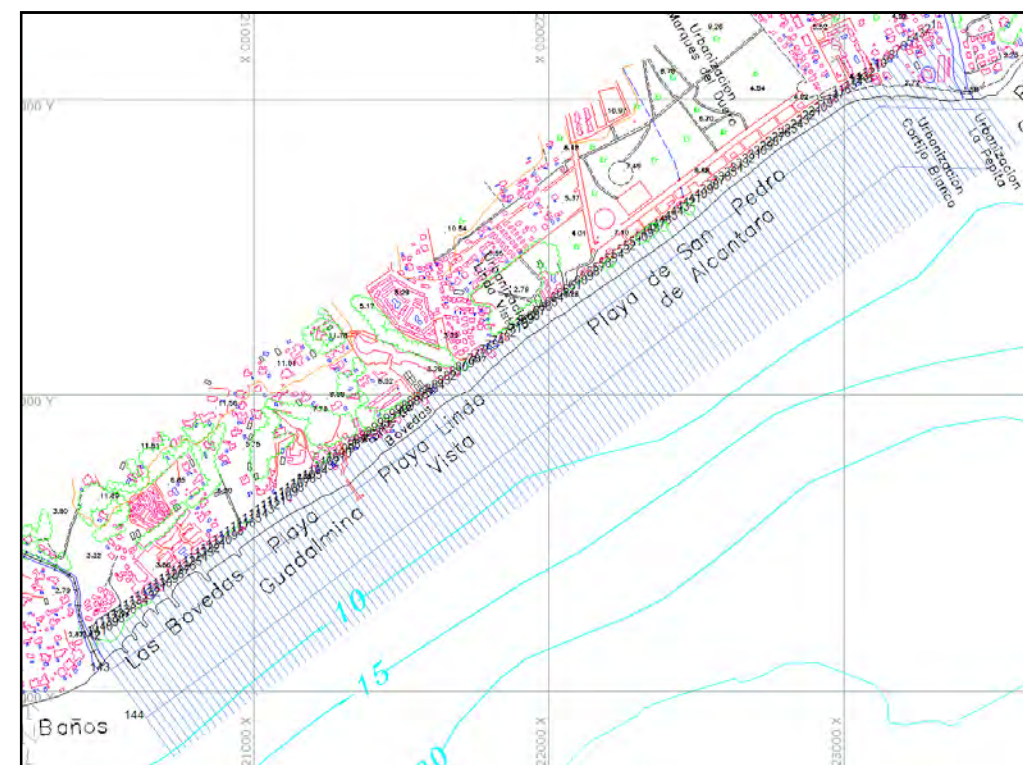
La campaña se realizó en febrero de 2014, aprovechando las mejores condiciones climatológicas e hidrodinámicas. Posteriormente, en gabinete, se realizó el tratamiento de los datos obtenidos y la elaboración de la memoria contenida en el Apéndice adjunto.

### 2.4.1 Batimetría

Para realizar el levantamiento batimétrico, se utilizó:

- un DGPS marca HEMISPHERE, modelo VS 100
- un sondador de dos frecuencias simultáneas (33 y 210 kHz), modelo NAVISOUND 420.
- un compensador de olas de tres ejes, marca TSS, modelo DMS-H
- un paquete de software HYPACK.
- 

Las trayectorias trazadas por la embarcación se presentan en la siguiente figura:



<sup>4</sup> Lowest Astronomical Tide (Mínima Marea Astronómica): definida como la menor bajamar que puede ser predicha en condiciones meteorológicas medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómica.

## 2.4.2 Topografía

Figura 9. Perfiles batimétricos levantados.

Para el levantamiento topográfico se realizó en Enero de 2018 un trabajo de campo sobre el terreno mediante equipo de GPS, tomando toda la playa en todo el tramo objeto de estudio, desde la línea de orilla hasta el alcance interior con del deslinde del Dominio Público Marítimo Terrestre. Para poder obtener un mayor detalle, se ha procedido a realizar un levantamiento con tal detalle que pueda ser representable curvas topográficas de nivel cada 0,50 metros. Además, mediante GPS, se ha procedido a tomar datos de cotas por debajo de la orilla, hasta la batimétrica -1,00, para obtener la zona de rompientes en la proximidad de la orilla con el máximo rigor y realismo, para verificar, como es el caso, la validez de la topografía disponible, puesto que las curvas batimétricas -1,00 coinciden mayormente o no suponen una modificación reseñable

## 2.5 RESULTADOS

De los levantamientos realizados se obtiene un modelo detallado del terreno objeto de Proyecto entre las cotas +4 m y -7 m respecto al NMMA (ver Figura 10). Tanto el desarrollo en campo de los trabajos como la descripción del modelo digital del terreno obtenido se detallan en el Apéndice 2.1 de este Anejo.

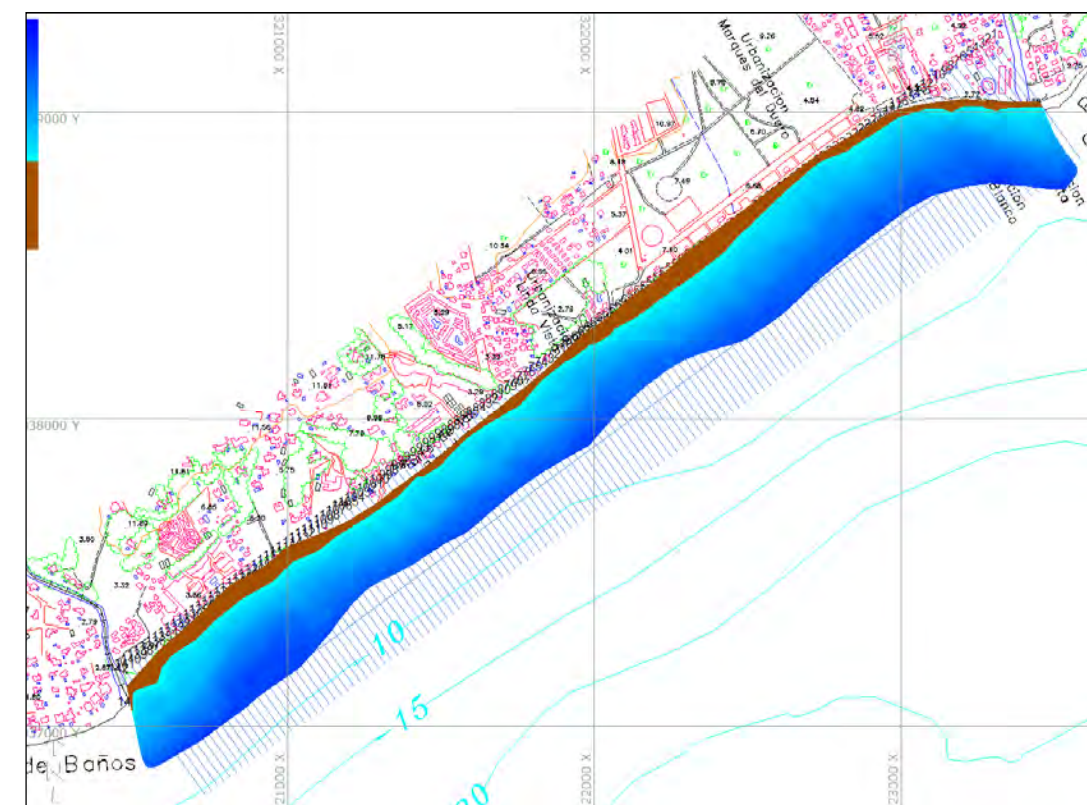


Figura 10. Topo-batimetría de detalle de la costa marbellí objeto de Proyecto.

## 3 CAMPAÑA SEDIMENTOLÓGICA

### 3.1 OBJETO

La necesidad de llevar a cabo una nueva caracterización de los sedimentos que componen las playas de San Pedro de Alcántara, Linda Vista y Guadalmina, reside en las numerosas actuaciones de regeneración que se han venido efectuando en este tramo de costa, mediante el aporte de distintas tipologías de material procedentes de fuentes diversas, así como, por la heterogeneidad que presenta la zona condicionada por los aportes de material grueso, tipo cantos y bolos, procedentes, fundamentalmente, del río Guadaiza.

### 3.2 MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis de la granulometría de los sedimentos se ha efectuado a través de la realización de dos campañas de campo, consistentes en la toma de muestras a lo largo de 6 perfiles de playa. En la primera de ellas (en adelante Campaña 1), realizada en febrero del 2014, se tomaron 5 muestras,

distribuidas en las cotas +1, 0, -1, -2 y -5 m, resultando un total de 30 muestras, cuya posición puede observarse en el plano de la Figura 11. La segunda (Campaña 2), fue llevada a cabo en mayo de 2014, con la recogida de 4 muestras a lo largo de los perfiles, hasta la cota -2.5 m.

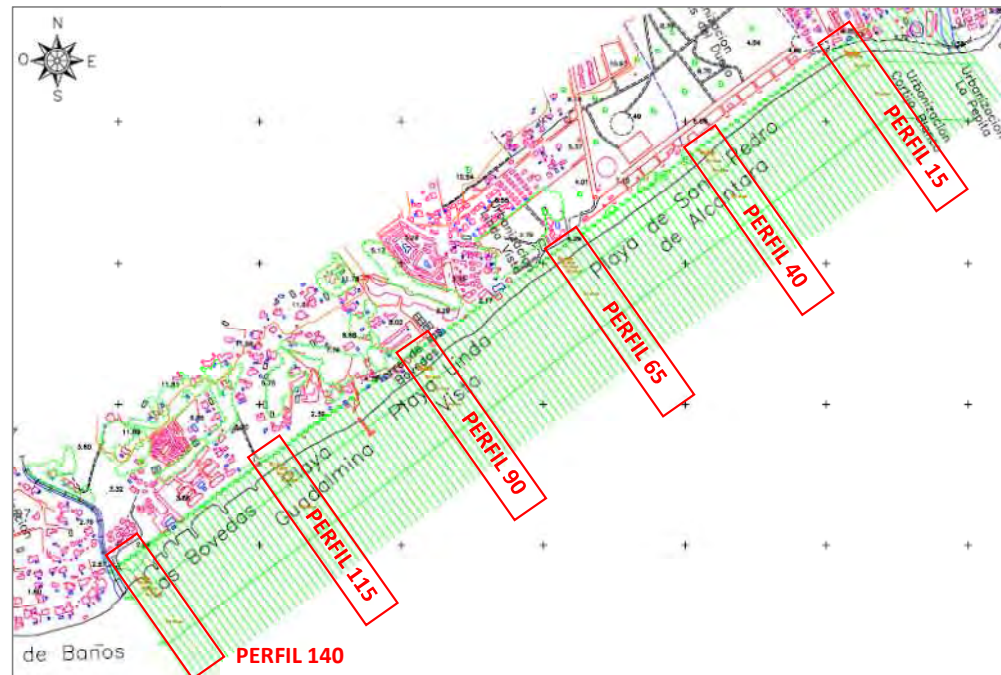


Figura 11. Posición de los puntos de muestreo de los sedimentos que componen las playas.

Para el muestreo de la playa sumergida se utiliza una “draga Van Veen”, modificada para evitar la pérdida de finos. Tiene una superficie de arañado de 400 cm<sup>2</sup> (20 x 20 cm), y llega a penetrar 15 cm en sustratos limosos arcillosos y entre 5 y 10 cm en los arenosos.

En todas ellas se determina la granulometría con tamices ASTM nº 4 (4.75 mm), 10 (2 mm), 18 (1 mm), 25 (0.71 mm), 35 (0.5 mm), 60 (0.25 mm), 80 (0.18 mm), 120 (0.125 mm), 200 (0.075 mm) y 230 (0.063 mm).

### 3.3 RESULTADOS

Los resultados de las granulometrías realizadas se detallan en el Anexo 2.1.2 *Granulometría* del Apéndice 2.1 que contiene el Informe de los trabajos de campo efectuados. Se expone a continuación la tabla resumen de los tamaños medios de grano calculados para todas las muestras analizadas, cuya interpretación se efectúa en el Anejo nº 3.- *Geología e hidrología*.

COTAS (m NMMA)	D <sub>50</sub> (mm). PERFILES DE MUESTREO ORDENADOS DE SW a NE					
	P140	P115	P90	P65	P40	P15
+1	0.74	0.81	0.62	0.45	0.73	0.73
0	2.6	4.75	1.62	0.7	0.51	3.42
-1	4.75	4.11	3.12	3.37	3.59	2.76
-2	0.33	0.33	0.36	0.19	0.27	0.24
-5	0.14	0.14	0.15	0.18	0.73	0.36

Tabla 2. Tamaños medios de grano (D<sub>50</sub>) de los sedimentos muestreados. Campaña 1 (febrero 2014).

COTAS (m NMMA)	D <sub>50</sub> (mm). PERFILES (DE SW a NE)					
	P140	P115	P90	P65	P40	P15
+1	0.49	0.61	0.45	0.85	0.63	0.59
0	35.25	35.18	5.09	26.54	62.5	0.59
-1	4.81	0.41	0.41	0.57	0.41	0.74
-2.5	1.32	0.31	0.36	5.09	0.33	0.34

Tabla 3. Tamaños medios de grano (D<sub>50</sub>) de los sedimentos muestreados. Campaña 2 (mayo 2014).

## 4 CAMPAÑA GEOFÍSICA

### 4.1 OBJETO

El objetivo de este estudio es la localización y definición de las lajas rocosas previsiblemente existentes en los fondos costeros del litoral analizado, por lo tanto los sondeos se concentrarán en la franja correspondiente al perfil activo de la playa.

### 4.2 MATERIAL Y MÉTODOS

Para determinar el espesor de arenas se utiliza un perfilador paramétrico marca INNOMAR modelo SES 2000. Este perfilador es un equipo de reciente desarrollo, que se basa en la no linealidad en la propagación de las señales acústicas transmitidas a altas presiones. El perfilador transmite dos señales de alta frecuencia (frecuencias primarias).

Las ventajas de este sistema sobre los perfiladores lineales son el reducido tamaño del transductor, lo que permite utilizarlo en pequeñas embarcaciones, para su trabajo en zonas someras, pues la escasa profundidad de la zona impide el uso de un perfilador de fondos SBP.

La limitación del sistema es que su escasa potencia impide conocer el espesor total de la capa sedimentaria si éste es mayor aproximadamente dos veces la profundidad. Por lo tanto en este caso se puede garantizar al menos la determinación de facies rocosas en los primeros 2-3 metros.

La digitalización de cada capa de sedimento u objeto detectado se puede exportar a posteriori a un archivo texto donde se tienen las coordenadas (x, y) junto con la (z) que corresponde a la profundidad a la cual está la capa o el objeto digitalizado. Con estos datos se consigue al final conocer los espesores de los sedimentos y la localización de cuerpos extraños en el sub-fondo.

### 4.3 RESULTADOS

A partir de los datos sísmicos procesados se realiza el mapa de espesores de sedimento contenido en el *Anexo 2.1.3 Cartografía*, del que se muestra una imagen a continuación, y cuya interpretación se lleva a cabo en el *Anejo 3.- Geología e hidrología* del presente Proyecto.

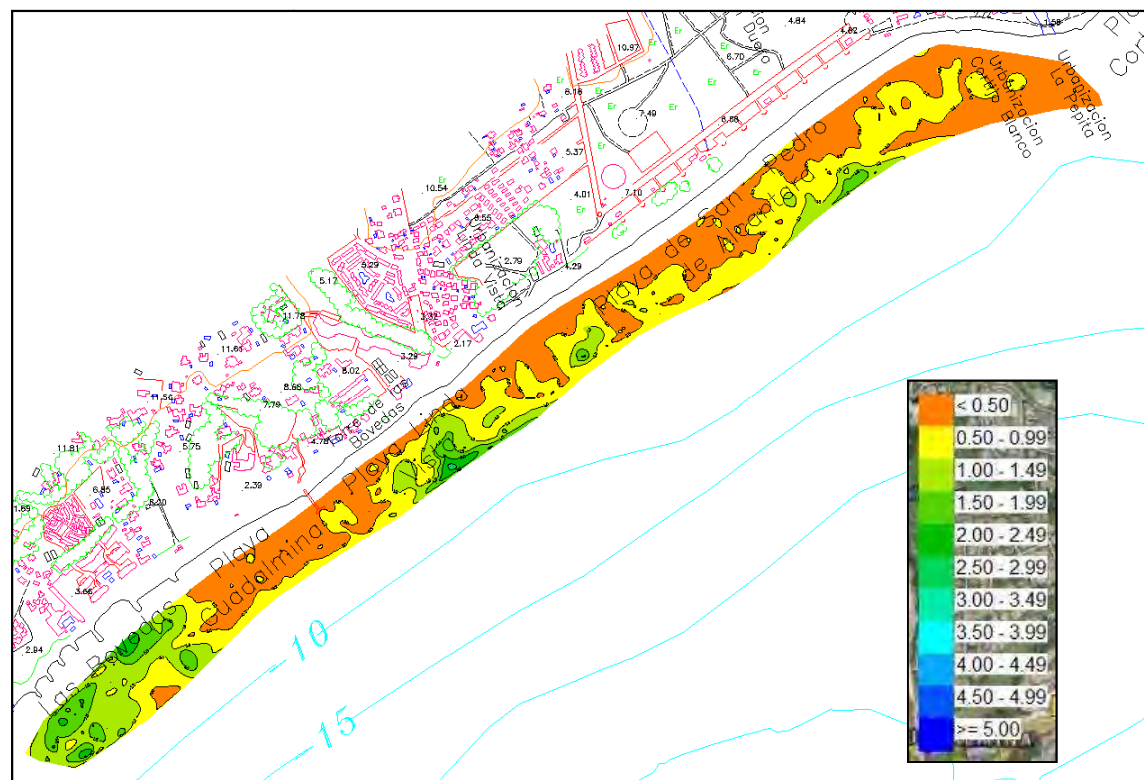


Figura 12. Mapa de espesores de sedimento no consolidado.

APÉNDICE: INFORME DEL TRABAJO DE CAMPO REALIZADO POR TECNOAMBIENTE EN 2014.

## 1. INTRODUCCIÓN

A petición de Dña. Marta Velasco, en representación de IBERPORT CONSULTING, se ha realizado una serie de trabajos de campo en el contexto del “Proyecto de estabilización y adecuación del borde litoral entre los ríos Guadalmina y Guadaiza. T.M. de Marbella (Málaga)”. Dichos estudios consisten en una campaña batimétrica con ecosonda monohaz, un levantamiento topográfico con GPS RTK, un estudio geofísico con paramétrica y una caracterización de sedimentos mediante toma de muestras con draga Van Veen y posterior análisis en laboratorio.

De forma general, los estudios batimétricos tienen como fin principal determinar con exactitud las características del relieve sumergido del litoral. Este tipo de estudios son la base para futuras actuaciones tales como obras portuarias o hidrográficas, determinación de la dinámica litoral, actuaciones de dragado, determinación del estado de una cuenca fluvial, etc.

Por su parte, los estudios geofísicos mediante perfiladores (sub bottom profilers), se usan para obtener información de los sedimentos superficiales en numerosas aplicaciones, una de las principales es la determinación de la potencia de sedimento arenoso y la localización de material de tipo rocoso.

Ambas campañas se verán acompañadas de un estudio topográfico para determinar la cota 0 ó línea de costa, así como de una toma de muestras tanto en la zona emergida como en la sumergida, posteriormente analizadas en laboratorio con objeto de determinar la granulometría del material presente en la franja de estudio.

El presente documento recoge los resultados de dichos estudios, con el fin de conocer las características batimétricas, topográficas, geofísicas y sedimentológicas del área de estudio.

A partir de los resultados generados, se podrá determinar el modelo digital del terreno de la zona sumergida y emergida, los distintos espesores de sedimento que presenta el área de trabajo y la granulometría del material presente en la zona.

La campaña se realizó en febrero de 2014, aprovechando las mejores condiciones climatológicas e hidrodinámicas. Posteriormente, en gabinete, se realizó el tratamiento de los datos obtenidos y la elaboración de la presente memoria.

## 2. OBJETIVOS

El levantamiento batimétrico y topográfico de la franja litoral comprendida entre los ríos Guadalmina y Guadaiza (T. M. de Marbella, Málaga), tiene como principal objetivo la modelización y georreferenciación tanto de la zona sumergida como de la emergida, así como la determinación de sedimento de tipo rocoso y la granulometría de muestras de material arenoso tanto de la zona emergida como de la zona sumergida.

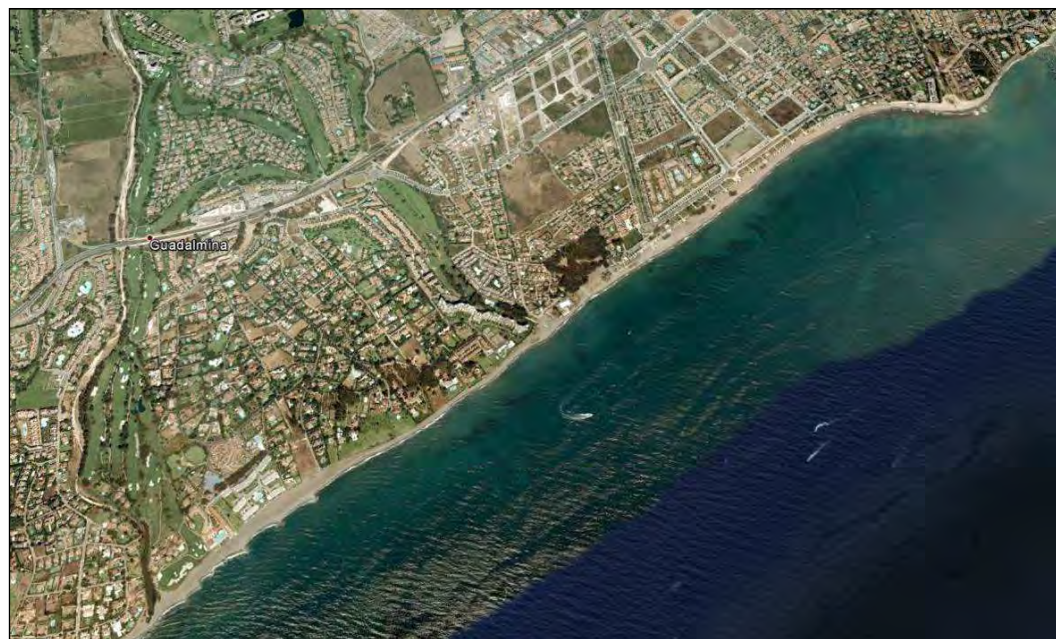
Para cumplir dichos objetivos, se plantean los siguientes objetivos parciales:

- Campaña batimétrica de perfiles cada 25 metros, añadiendo dos líneas transversales a los perfiles como apoyo y control de calidad de los datos.
- Campaña geofísica con perfilador paramétrico de perfiles cada 25 metros, añadiendo 2 líneas transversales como apoyo y control de calidad de los datos.
- Campaña topográfica con GPS RTK de perfiles cada 100 metros.
- Campaña de caracterización de sedimentos, realizando la toma de material en 6 perfiles, con 5 estaciones de muestreo por perfil, en las cotas +5, +1, 0, -1, -2 y -5.
- Generación de un Modelo Digital del Terreno (MDT) a partir de los datos batimétricos y topográficos adquiridos.
- Obtención de un archivo XYZ de los resultados obtenidos.
- Generación del modelo de isopacas a partir de los datos del perfilador.
- Granulometría de las muestras recogidas mediante tamizado en laboratorio de Tecnoambiente.
- Planos batimétricos en planta con escala 1:1000.
- Plano de isopacas en planta con escala 1:5000.
- Entrega del informe donde se aporta la metodología de los distintos trabajos y la información adicional necesaria para la consecución de los trabajos.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

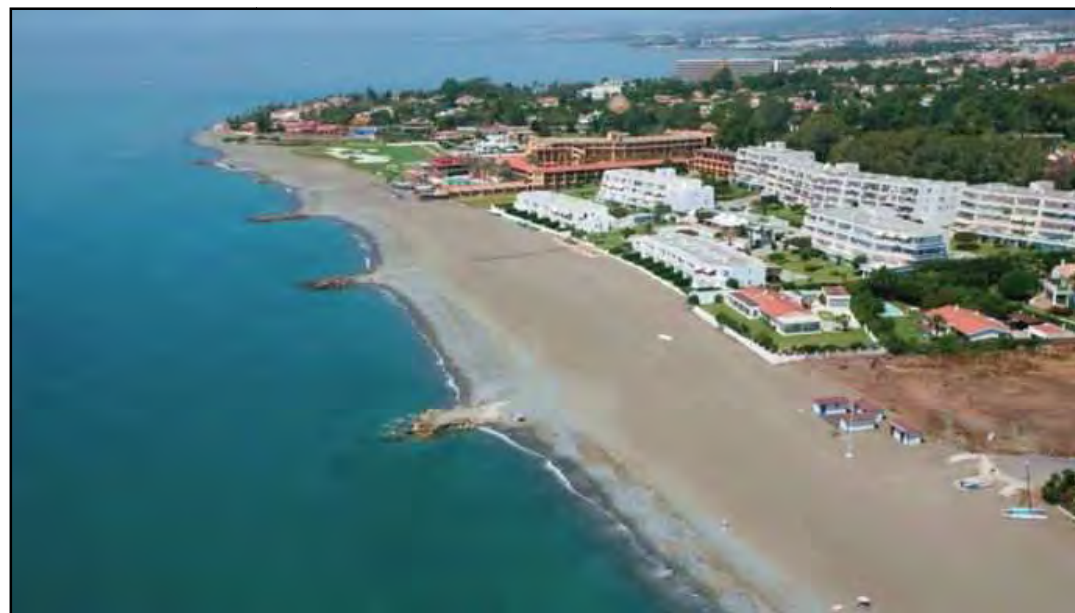
### 3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio se sitúa en el término municipal de Marbella, provincia de Málaga, abarcando el frente costero situado entre la desembocadura del río Guadaiza y la desembocadura del río Guadalmina, con una longitud aproximada de 3.5 kms de litoral, y con las siguientes coordenadas centrales: 36° 28' 16.18" N, 4° 59' 17.43" W. En dicho enclave, se sitúan tres playas adyacentes que componen la zona de trabajo. Dichos arenales son la Playa de Guadalmina, la Playa de Linda Vista y la Playa de San Pedro de Alcántara.



**Figura 1.** Localización geográfica del área de estudio en el frente litoral del Término Municipal de Marbella (Málaga). (Google Earth)

Según el catálogo de playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la Playa de Guadalmina presenta una longitud de 1640 metros y una anchura media de 25 metros, con un tipo de arena catalogada como oscura, y de bolos. Según su grado de urbanización se cataloga como playa semiurbana con grado medio de ocupación.



**Figura 2.** Vista aérea de la Playa de Guadalmina. T. M. de Marbella (Málaga). (Catálogo de playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)



**Figura 3.** Vista aérea de la Playa de Guadalmina. T. M. de Marbella (Málaga). (Google Earth)

La Playa de Linda Vista, por su parte, está catalogada como playa semiurbana de grado medio de ocupación, de 650 metros de longitud y 30 metros de anchura. Está conformada por arena oscura y bolos.



**Figura 4.** Vista aérea de la Playa Linda Vista. T. M. de Marbella (Málaga). (Catálogo de playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)



**Figura 5.** Vista aérea de la Playa Linda Vista. T. M. de Marbella (Málaga). (Google Earth)

Del mismo modo, la Playa de San Pedro de Alcántara, catalogada como semiurbana, presenta una longitud de 836 metros y una anchura media de 35 metros. El grado de ocupación es alto, con un tipo de arena oscura con rocas.



**Figura 6.** Vista aérea de San Pedro de Alcántara. T. M. de Marbella (Málaga). (Catálogo de playas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)



**Figura 7.** Vista aérea de la Playa de San Pedro de Alcántara. T. M. de Marbella (Málaga). (Google Earth)

### 3.2 CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA ZONA

Marbella se sitúa entre la cordillera Penibética y la costa del Mar Mediterráneo; dentro de las cinco unidades de relieve que componen la provincia de Málaga en la zona litoral.

De oeste a este existe un cordón montañoso litoral, extendiéndose Marbella por la vertiente meridional de la Sierra de Mijas.

Geológicamente, constituye el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, estando limitada por los materiales terciarios del Campo de Gibraltar.

La Cordillera Bética constituye, junto al Rift, la parte más occidental de las cadenas alpinas mediterráneas. Forma un cinturón que se sitúa en el sur y sureste de la Península Ibérica, resultando limitada al norte por la Meseta Ibérica y al sur por el Mar Mediterráneo. Está dividida por dos dominios principales: las Zonas Externas situadas al norte y las Zonas Internas al sur.

En cuanto a la playa, la costa de Marbella presenta una cadena montañosa paralela a ella con trazado rectilíneo. Su perfil es suave, prácticamente sin acantilados, y con un gran desarrollo de playas.

Por estar muy próxima a las montañas, existen torrentes que, temporalmente, tienen un elevado poder de transporte, lo que motiva que en su desembocadura en el mar se acumulen en las playas grandes cantidades de bloques y cantos de composición y tamaño variables.

En cuanto a la topografía, se caracteriza por la presencia de extensas llanuras formadas por materiales erosionados procedentes de Sierra Blanca; dichos fenómenos han colaborado en gran medida a la configuración de la zona, aportando un elemento típico del relieve de la misma, los conos de deyección, constituidos por aportes de materiales erosionados en épocas relativamente recientes y que se extienden en forma de abanico sobre otros materiales más antiguos. Dichos conos son visibles en el área, donde el más representativo es el ubicado en la zona de Nagüeles.

El río Guadalmina tiene su nacimiento en las estribaciones meridionales de la Serranía de Ronda y tiene un recorrido aproximado de 22.62 kms hasta el mar.

El río Guadaiza, por su parte, también nace en las estribaciones de la Serranía de Ronda, aunque su recorrido es más rectilíneo, con meandros menos pronunciados. Discurre en cambio por pendientes mayores, con desniveles de hasta 700 metros. El recorrido aproximado de su cauce es de unos 22.18 kms.

### 3.3 HIDRODINÁMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El campo de la hidrodinámica también es clave para el conocimiento del estado actual y futuro del fondo marino, ya que junto con los agentes geológicos, define y modela la superficie de éste. Para el estudio de la hidrodinámica, es necesario comprender la dinámica de las mareas, corrientes y oleaje.

#### 3.3.1 DINÁMICA DE MAREAS

Se conoce con el nombre de “mareas”, al movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso del nivel del mar, provocado por la atracción gravitacional ejercida por la Luna y en menor medida por el Sol, sobre la superficie del Globo Terrestre, movimiento que se manifiesta muy claramente en el litoral. Generalmente, se producen dos ascensos, denominados “flujo” o “marea entrante” y dos descensos llamados “reflujo” o “marea saliente”, en un periodo de 24 horas y 50 minutos, que es el tiempo necesario para que la Luna se encuentre de nuevo en el mismo meridiano. El flujo culmina con la “pleamar” o “marea alta” y el reflujo con la “bajamar” o “marea baja”. Las mareas son máximas durante las sicigias y mínimas en las cuadraturas, determinando las “mareas vivas” y las “muertas”. Además, las mareas son mayores en lo equinoccios que en los solsticios.

Existen factores que influyen en las mareas, como la geografía de la costa, la profundidad del mar, las corrientes marinas o la presión atmosférica que perturban la periodicidad, amplitud e intensidad de las mismas.

Al tratarse de una zona abierta al Mar Mediterráneo, los rangos mareales son mínimos; es decir, la diferencia entre la subida y bajada de marea es muy pequeña. Por lo tanto, este aspecto no influye significativamente en la estabilidad de las playas y su conformación.

La zona de estudio está incluida en el Mar de Alborán, que constituye la parte más occidental del Mar Mediterráneo. Sus masas de agua y su circulación están acopladas al intercambio a través del Estrecho de Gibraltar, originado por el exceso de evaporación respecto a la precipitación y las descargas de los ríos en el Mediterráneo.

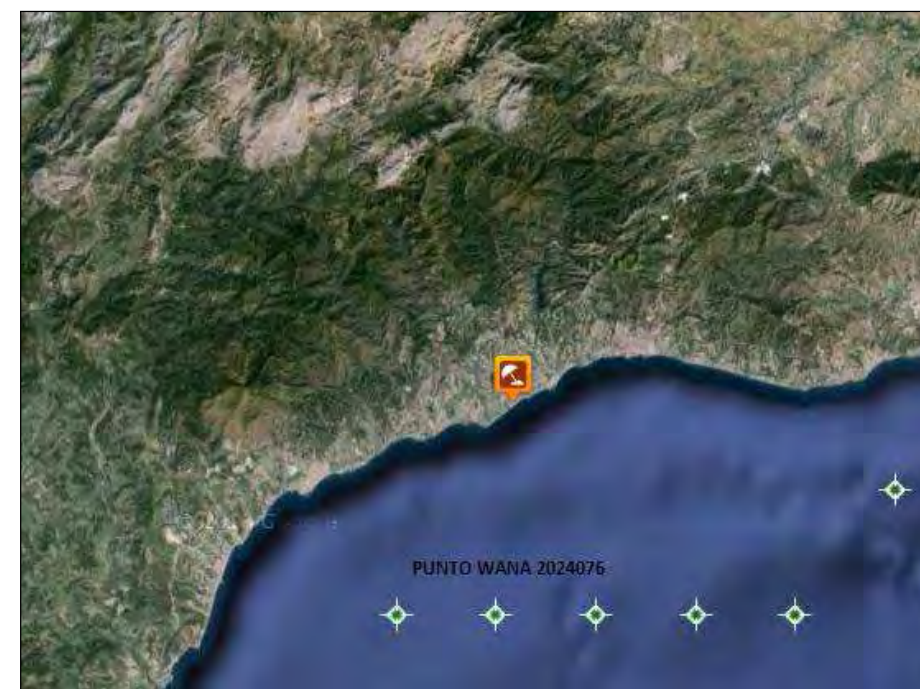
Este déficit produce una circulación termohalina que puede ser resumida como agua atlántica fluyendo en la superficie del Estrecho hacia el Mar de Alborán, y agua mediterránea más salada y densa fluyendo en profundidad hacia el Atlántico. A medida que las corrientes atlánticas progresan en el Mediterráneo, cambia sus

propiedades debido a los flujos de intercambio agua-aíres y la mezcla con aguas residentes mediterráneas. Estos cambios comienzan en el Mar de Alborán, así que se puede considerar su capa superficial llena de agua atlántica, más o menos modificada, y con un espesor variable dependiendo de su localización geográfica.

#### 3.3.2 COMPORTAMIENTO DEL OLAJE

El tipo de oleaje predominante en el lugar es determinante para conocer el modo de sedimentación y acumulación de los materiales que conforman las playas. En el municipio de Marbella, el oleaje predominante, constituyendo un 25% del total, es de componente oeste, y con un 22% el de componente Este. El régimen de oleaje, en cualquier caso, es de régimen moderado, por lo que no supone erosión en la zona.

La información del oleaje de la zona se ha obtenido a partir del análisis de los datos registrados por Puertos del Estado en el denominado punto WANA 2024076. A continuación se muestra la situación de dicho punto en la costa marbellí.

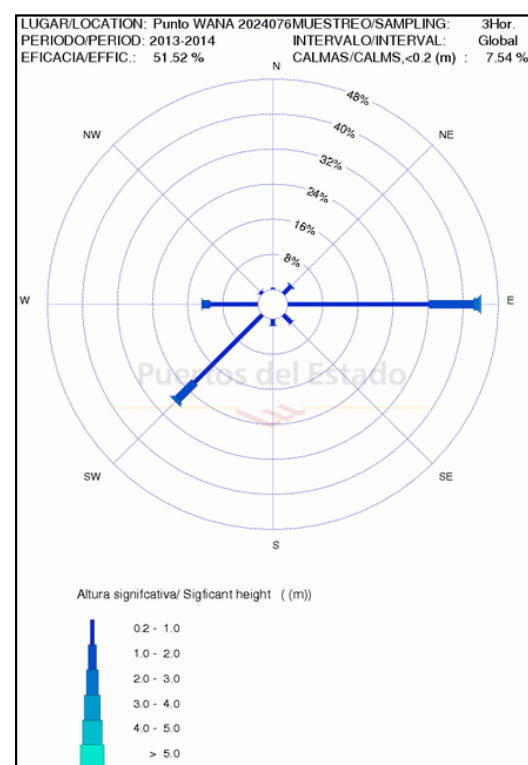


**Figura 8.** Posición de la boya WANA 2024076 en el litoral de Marbella (Málaga)

A partir de los datos recogidos por la boya se concluye que el oleaje predominante tiene dirección este, con más de un 40% del porcentaje total. Es en esta componente donde también se obtienen las mayores alturas de ola, entre los 3 y 5 metros de envergadura, aunque en muy baja frecuencia respecto al comportamiento general.

La segunda dirección de oleaje que se presenta con mayor frecuencia, es aquella conformada en la dirección suroeste, con un porcentaje cercano al 30% del total. En esta componente de oleaje, las alturas no superan los 2 metros.

Finalmente, la siguiente dirección de oleaje significativa se presenta con un porcentaje comprendido entre un 8 y un 10 % del total.



**Figura 9.** Rosa de oleaje para el punto WANA 2024076 elaborada con los datos obtenidos durante el año 2013. (Puertos del Estado)

### 3.3.3 CIRCULACIÓN OCEÁNICA

Las corrientes en el litoral malagueño están inducidas por el viento y por la corriente general de entrada de agua atlántica procedente del Estrecho de Gibraltar. Sobre la plataforma predomina la influencia del viento y sobre el talud continental predomina la influencia de esta corriente general (Cano, 1991).

En la zona oriental existe un afloramiento durante los regímenes de poniente. En ocasiones, la corriente general existente más allá del talud e invade la plataforma continental, anulando el posible efecto del viento.

En la zona costera (desde los 0 a los 20 km), las corrientes son por lo general menores de 0.30 m/s y muy variables según Janpaul (1984).

Los vientos predominantes son los ponientes y los levantes; los vientos de poniente dan lugar a corrientes hacia el este, y los vientos de levante hacia el oeste.

## 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 cumplir con 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

1. Sondador NAVISOUND 420 de dos frecuencias simultáneas (33 y 210 kHz).
2. GPS diferencial submétrico HEMISPHERE.
3. Perfilador de Velocidad del Sonido en la columna de agua Valeport Mini SVP.
4. Módulo de adquisición de datos Hypack.
5. Mareógrafo Valeport.

### 4.2. EQUIPOS DE GEOFÍSICA

1. Perfilador sísmico de tipo chirp modelo PINGER SBP de la casa KNUDSEN.
2. GPS diferencial submétrico HEMISPHERE GPS R320 GNSS.
3. Módulo de adquisición de datos Hypack.
4. Software de adquisición de datos Sounder Suite-USB KNUDSEN.

### 4.3. EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA

1. Sistema de posicionamiento RTK Topcom GR5.

### 4.4. TOMA DE MUESTRAS DE SEDIMENTO EN LA ZONA SUBMAREAL

1. Draga manual Van Veen

### 4.5. SOFTWARE DE EDICIÓN DE DATOS

Una vez adquiridos los datos de campo, deben de ser procesados en gabinete. Para ello, Tecnoambiente dispone de los siguientes software: módulo de gabinete de Hypack para los datos de batimetría y topografía, ISE 2.9 de Innomar para los datos de paramétrica, Autocad 2008 y paquete de Office en el entorno de Windows XP.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. ENLACE PLANIMÉTRICO

El sistema de referencia geodésico elegido para el presente estudio es el ETRS-89 (*European Terrestrial Reference System 1989*). Este sistema de referencia es el oficial en España a partir del REAL DECRETO 1071/2007 de 27 de julio de 2007. Este sistema de referencia está basado en el elipsoide SGR 80, que es completamente equivalente al elipsoide ED50 a niveles prácticos y cuyas características son las siguientes:

Semieje mayor: 6378137.0 m  
Semieje menor: 6356752.3142 m  
 $G \cdot M = 3.986004418 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$

Se hace necesario realizar transformaciones de las coordenadas geográficas obtenidas por el GPS, ya que estas son difíciles de representar, y por lo tanto, se hace necesario realizar una proyección del elipsoide al plano. La proyección más empleada en batimetría es la 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 en la provincia de Málaga, el Huso correspondiente es el Huso 30, cuyos parámetros de definición son los siguientes:

Meridiano oriental: 6º  
Meridiano central: 3º  
Meridiano occidental: 0º  
Falso Este: 500 000 metros  
Falso Norte: 0 metros

En resumen, para este trabajo se empleó el sistema de referencia ETRS89 (ED 50), con proyección UTM en el Huso 30.

### 5.2. ENLACE ALTIMÉTRICO

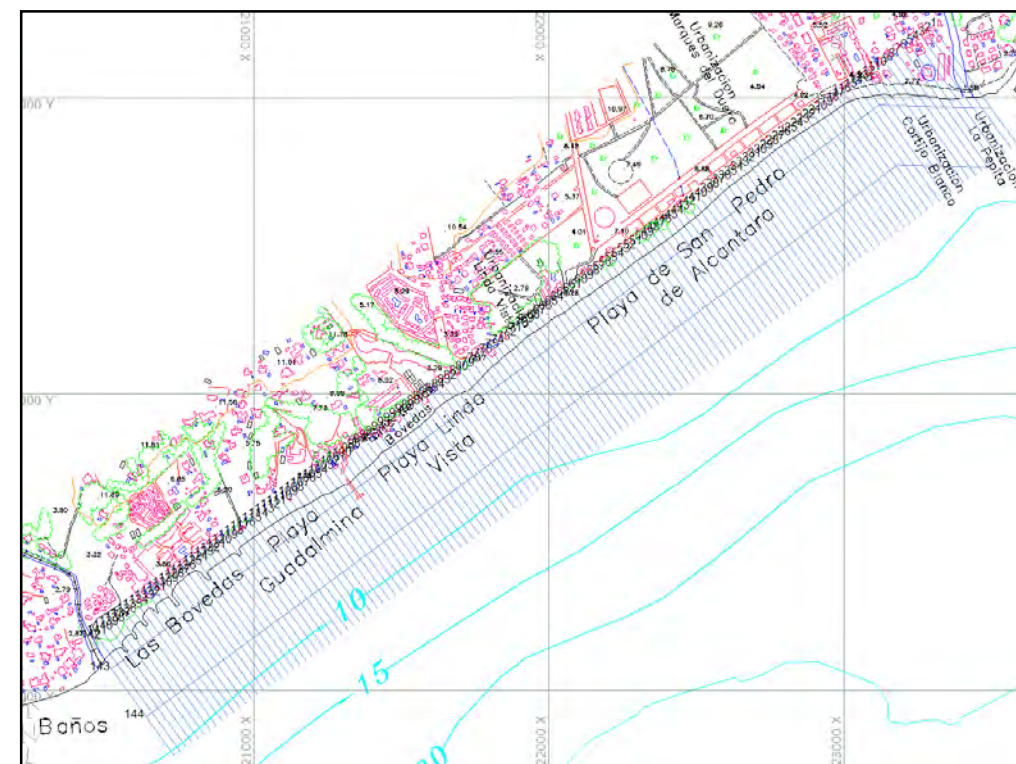
En los levantamientos hidrográficos es necesario conocer la altura de la marea o columna de agua mientras se realiza la adquisición de datos, puesto que las sondas obtenidas deben referirse a una referencia vertical fija. Posteriormente, durante la edición de los datos batimétricos, se introduce el registro de las alturas en el programa Hypack. Finalmente, el programa Hypack sincroniza y corrige los datos batimétricos con el registro, con el fin de obtener todos los datos de profundidad bajo una misma referencia vertical fija.

La altimetría de este trabajo se ha referido al Nivel Medio del Mar de Alicante.

### 5.3. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

#### 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, y consta de 142 líneas paralelas separadas 25 metros entre sí, y dos líneas transversales a las anteriores, que sirven como control de calidad de los datos adquiridos tanto por la paramétrica como por la ecosonda monohaz.



**Figura 10.** Proyecto de líneas para la campaña batimétrica y geofísica en el frente litoral comprendido entre el río Guadalmina y el río Guadaiza (T.M. de Marbella, Málaga)

#### Instalación a bordo.

Una vez definido el proyecto de líneas, se procede a la instalación de los equipos a bordo de la embarcación, propiedad de Tecnoambiente. El transductor de la ecosonda y la antena del GPS han sido instalados en la misma

vertical, en un soporte fijo instalado en la borda, lo que asegura la inmovilidad de los equipos durante el sondeo y la ausencia de vibración.

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.

#### Calibración de los equipos.

En el caso de un levantamiento batimétrico con ecosonda monohaz, es necesario calibrar dicho equipo con 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.

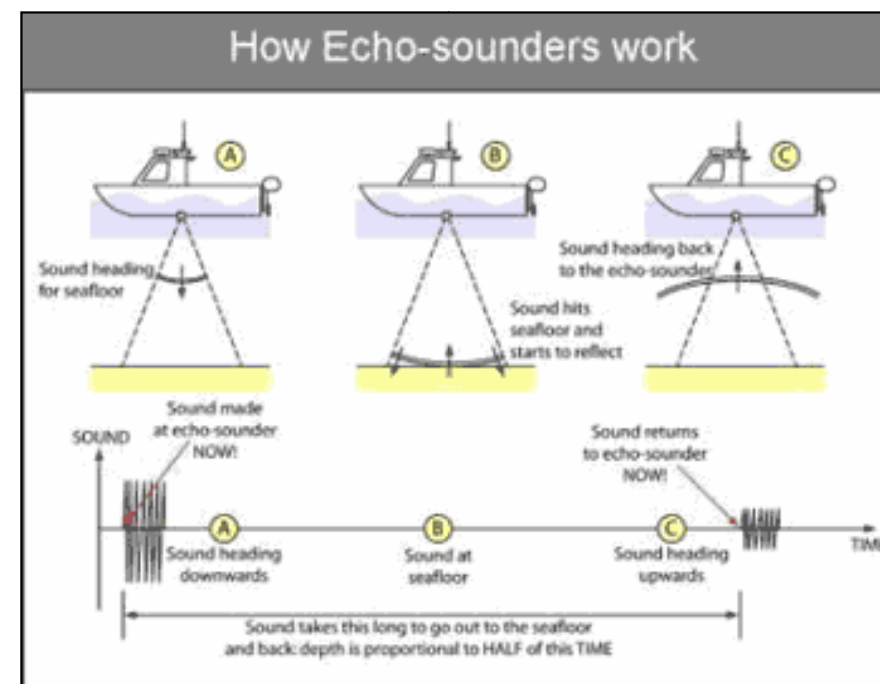
Para la determinación de la velocidad de sonido en la zona de estudio se emplea un perfilador, que es bajado hasta el fondo en la zona de máxima profundidad de la zona, y registra los valores de velocidad en la columna de agua cada 0.5 metros. Este perfil ha de ser obtenido antes de la realización del sondeo, y cada vez que varíen las condiciones físico-químicas del agua en la zona de estudio.

#### 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 receptor GPS, a partir de la recepción de las señales del satélite, sincroniza su reloj con el del satélite y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, de modo que 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 todos 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 tasa de actualización de la posición es de 5 Hz.

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



**Figura 11.** Determinación de la profundidad. A) Emisión del haz acústico. B) Reflexión por el fondo. C) Recepción del haz acústico. (Fuente: Revista Armada Project, 2008)

La ecosonda Navisound 420 empleada posee dos frecuencias, empleándose la de 210 kHz para determinar el primer eco recibido desde el fondo. 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.

De forma simultánea, el sondador recoge los datos proporcionados por el compensador de oleaje. El compensador de oleaje elegido, DMS-H proporciona los datos de oleaje en el eje de la vertical con una tasa de repetición alta para poder describir dicho movimiento con exactitud. De esta forma, el sondador envía los datos de profundidad corregidos por oleaje al Hypack.

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.

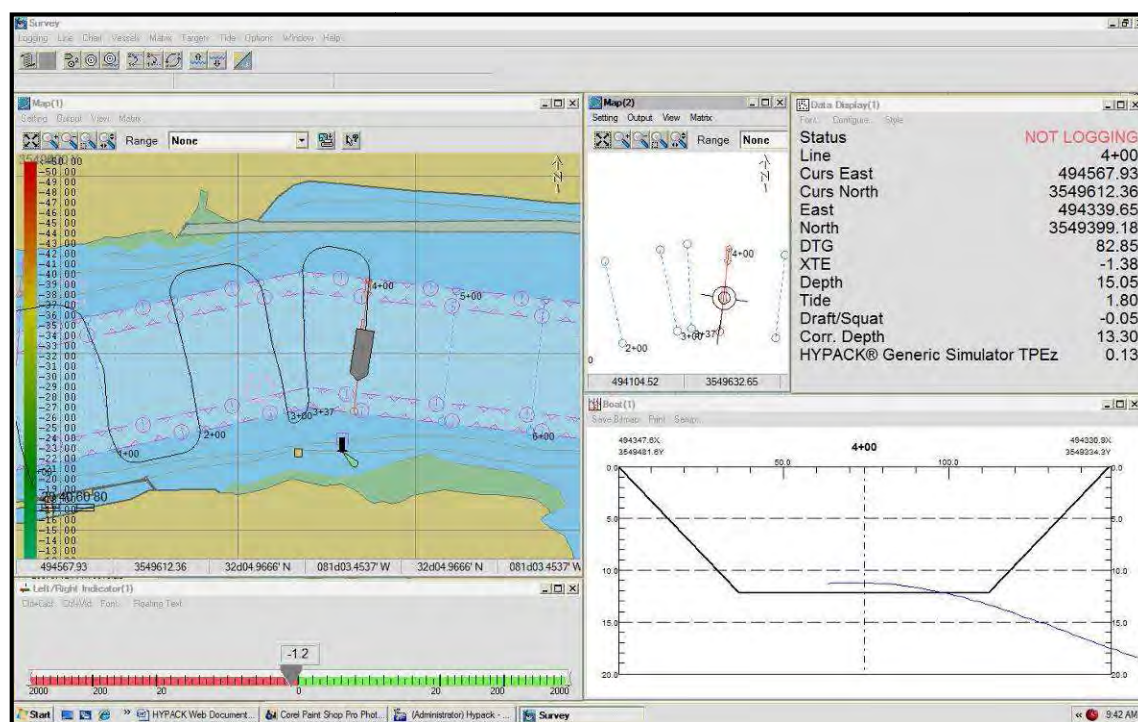


Figura 12. Pantalla del módulo de adquisición de datos del software hidrográfico Hypack

#### 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.

Una vez eliminados los posibles errores existentes en los registros, se corrigen los datos de sonda por la altura de la columna de agua que se registró a lo largo del trabajo. 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.

#### 5.4. LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO

Para identificar las capas de sedimentos no consolidados de la zona de estudio se ha empleado un perfilador paramétrico tipo Pinger, y que posee las siguientes características:

- Transductor cerámico como fuente sísmica
- Compuesto por 3 elementos básicos: un transmisor generador de señal, un transductor y un ordenador o TPU de control y registro de datos

- Permite obtener altas resoluciones con una pequeña potencia de salida mediante la modulación de la señal.
- El sistema permite visualizar los datos en tiempo real, y para perfeccionar la calidad de los datos obtenidos, es posible variar los parámetros de adquisición en postprocesado.

#### Fundamento teórico

El principio físico general del funcionamiento de un sistema SBP de tipo Pinger consiste en la emisión de ondas sonoras a través de un transductor con una determinada frecuencia. Estas ondas sonoras inciden en las interfases existentes en el fondo marino (agua-sedimento, sedimento-roca) produciendo una onda reflejada y un retorno que es captado de nuevo por el transductor. Parte de la energía emitida por el transductor se refleja a su paso a través de las diversas interfaces de estratos sedimentarios no consolidados existentes hasta la atenuación completa de la señal.

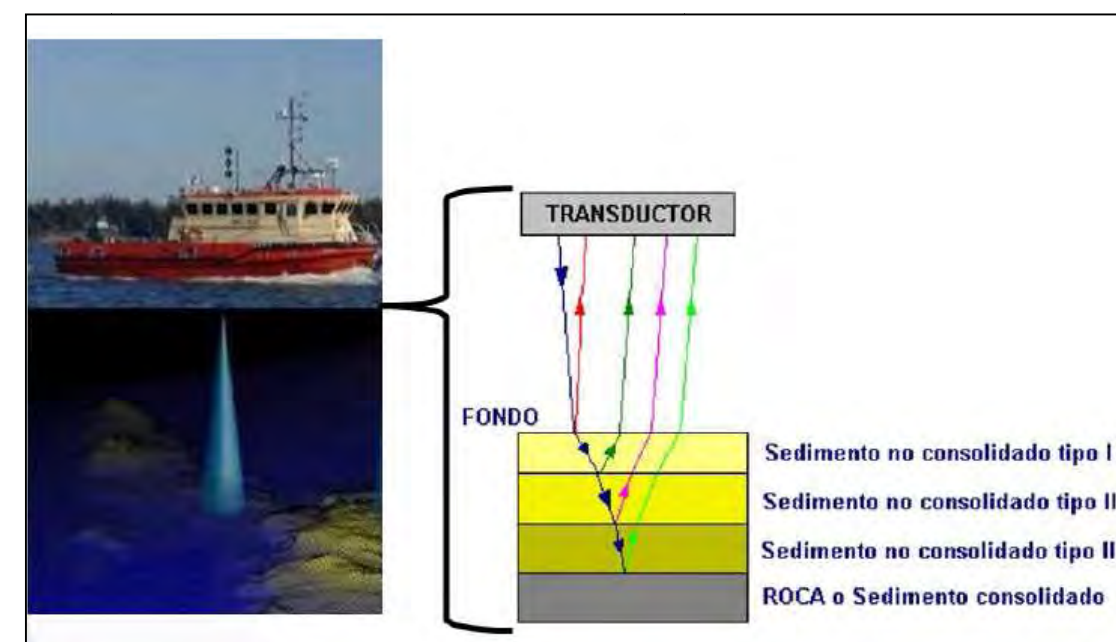


Figura 13. Imagen y esquema general del principio básico de funcionamiento de un SBP de tipo Pinger

La profundidad de penetración adquirida con la utilización de esta técnica geofísica depende de la atenuación del sonido dentro de las capas de sedimentos. El coeficiente de atenuación es proporcional a la frecuencia y depende del tipo y estructura del sedimento. A mayor medida de grano más atenuación.

#### Adquisición de datos

Respecto a la instalación en la embarcación, el transductor va sujeto a una estructura metálica que permite sumergirlo a una profundidad adecuada. Dicha profundidad, o calado del transductor es siempre mayor que el calado de las líneas de agua del barco, de forma que se evite el ruido producido tanto por burbujas de aire como por el motor del barco, con lo que se obtienen registros válidos.

Una vez en la zona de trabajo y antes de comenzar la prospección, se realizan varias pruebas con distintas frecuencias secundarias de transmisión, distintos rangos y ganancias, factores que determinan la calidad de los

registros. El rango lo determina tanto la profundidad de la zona de trabajo, como el espesor del sedimento presente. La elección de la frecuencia de transmisión depende de las características físicas del sedimento, mientras que la ganancia depende de la repuesta en vertical que tienen los cambios en las propiedades de los sedimentos. La frecuencia de transmisión con la que se ha trabajado durante toda esta campaña ha sido de 4 Khz, obteniendo así un registro de mayor calidad.

#### Procesado de los datos adquiridos

Para la adquisición y procesado de los datos se ha utilizado el propio software del equipo proporcionado por KNUDSEN, el software Suite-USB.

Este software permite controlar en todo momento la calidad de los datos en tiempo real, pudiendo variar los parámetros necesarios a medida que se van adquiriendo los datos. Los datos pueden ser guardados en varios formatos típicos de la industria sísmica (SEG-Y, XTF, ASCII...) para poder ser visualizados y tratados posteriormente con otros softwares de post-procesado.

Una vez adquiridos los datos se procede a realizar el post-procesado de los mismos, que consiste en la filtración de datos erróneos, ruidos, digitalización manual por parte del técnico de los diferentes reflectores que se corresponden con las diferentes capas de sedimento o estratos detectados y en la corrección de detección del fondo. Una vez realizada la digitalización de las capas sedimentarias existentes, se exportan estos datos a un archivo de texto donde se tienen tanto las coordenadas horizontales (x, y), como la vertical (z), que corresponde a la profundidad. A partir de estos datos se realiza posteriormente el mapa de espesores sedimentarios o de isopacas que conforman el área de estudio.

#### 5.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La entrada de la tecnología GPS en el campo de la topografía ha supuesto un gran avance en versatilidad, facilitando la adquisición de datos de forma eficaz y precisa.

##### Fundamento teórico

Para la consecución de los levantamientos topográficos, el GR-3 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 Andaluza 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 14. Red de estaciones pertenecientes a la RAP

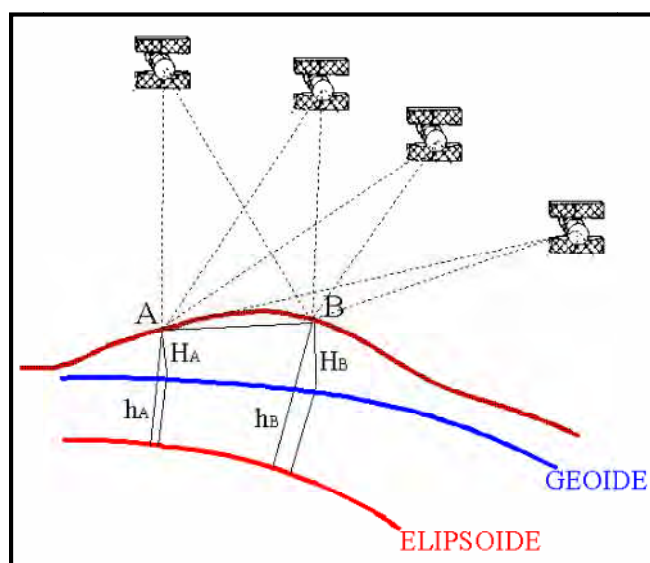
Dicha red provee datos GPS para cálculo en posproceso de coordenadas geodésicas referidas al sistema ETRS89 y suministrar correcciones diferenciales RTK y DGPS vía radio, Internet y telefonía móvil para posicionamiento absoluto en tiempo real. Dependiendo de la metodología utilizada se obtendrán diferentes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

Una vez aplicada la corrección diferencial a las coordenadas geográficas, es necesario el cambio de sistema de referencia entre ETRS 89 y ED50 (elipsoide más apropiado para la península y descrito anteriormente) y marco de referencia del presente trabajo. Esta transformación la realiza el programa TCP-GPS de la libreta electrónica del GR-3, y aplica la fórmula de Molodensky, cuyos 7 parámetros para la Península Ibérica son los siguientes.

Parámetros	Valor
<i>Dx</i>	-102
<i>Dy</i>	-102
<i>Dz</i>	-129
<i>Rx</i>	0.413
<i>Ry</i>	-0.184
<i>Rz</i>	0.385
<i>Escala</i>	2.466400

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 30.

No obstante, la coordenada en "Z" es una cota elipsoidal, esto 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 15.** Esquema de relación entre el Geoide y Elipsoide. (Fuente: IGN)

Esta transformación, también es llevada a cabo por el programa TCP-GPS de Topcom que aplica el geoide EGM 08 para el cambio de la altura elipsoide a ortométrica. El EGM 2008 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.

#### **Metodología**

Para la realización del levantamiento topográfico se han seguido los perfiles empleados en las campañas por mar, prolongándolos hacia tierra. Se ha optado por realizar perfiles separados 100 metros entre sí, llevándose a cabo la obtención de puntos desde el inicio del arenal hasta la mayor profundidad accesible que permita la zona. Se deben registrar todos los elementos característicos representativos de cada perfil, siendo éstos berma, cambio de pendientes, morfologías particulares, etc.

Previamente al levantamiento, y según las particularidades del estudio, se debe de crear el proyecto de topografía en el software TCP-GPS de Topcom. En este proyecto se debe determinar el sistema de referencia geodésico. En el caso del litoral de Marbella, el levantamiento topográfico se ha realizado en ED 50, huso 30 y cotas referidas al NMMA.

Antes de comenzar el levantamiento, se instala el receptor del GR-3 en el jalón y se mide la altura de éste con precisión. Esta medida será introducida en el proyecto de TCP-GPS para los cálculos de la posición.

#### **5.6. TOMA DE MUESTRAS DE SEDIMENTO**

Previamente a la campaña, se escogen los perfiles topobatimétricos que se van a muestrear, con el fin de determinar las coordenadas de los puntos donde se tomarán las muestras de sedimento. Se han realizado 6 perfiles de toma de muestras, con cinco estaciones en cada uno, en las cotas +1, 0, -1, -2,5 y -5.

La recogida de muestras de tipo sedimento se planifica en dos etapas; una en la zona emergida (cotas positivas) y otra en la zona sumergida (cotas negativas), ya que se distinguen por seguir metodologías distintas.

La toma de muestras en playa seca o zona emergida se realiza mediante el posicionamiento por GPS RTK para localizar el punto exacto donde muestrear. Una vez en las coordenadas, se extraen 20-30 cms de la capa superficial de sedimento con la ayuda de una pala, para alcanzar el sedimento representativo del perfil de la playa. Después, se introduce en un bote de plástico hermético la cantidad de sedimento requerido para los posteriores estudios, y se nombra con el nº de perfil y cota correspondiente.

La toma de muestras en la zona sumergida se realiza desde la embarcación durante los trabajos de batimetría. Una vez en el punto, se emplea la cuchara Van Veen. Para ello, la cuchara, con las valvas abiertas y bloqueadas, se arría por la borda mediante un cabo de enlace, que se destensa una vez alcanzado el fondo. En este instante, se manda un mensajero (pieza pesada de metal), que se deslizará por el cabo hasta el mecanismo de desbloqueo de las valvas. Después, ya con las valvas cerradas por acción de la gravedad, se iza al interior de la borda. Una vez en el interior de la embarcación, se abre la cuchara Van Veen y se recoge el sedimento dentro de un bote de plástico que se nombra con el nº de perfil y su cota correspondiente.

#### **6. MARCO TEMPORAL DEL ESTUDIO**

Para llevar a cabo las diferentes actuaciones, los trabajos de campo se han planificado teniendo en cuenta las predicciones de las condiciones meteorológicas. A partir de dichos datos el estudio batimétrico, geofísico, y topográfico se ha realizado según el cronograma siguiente:

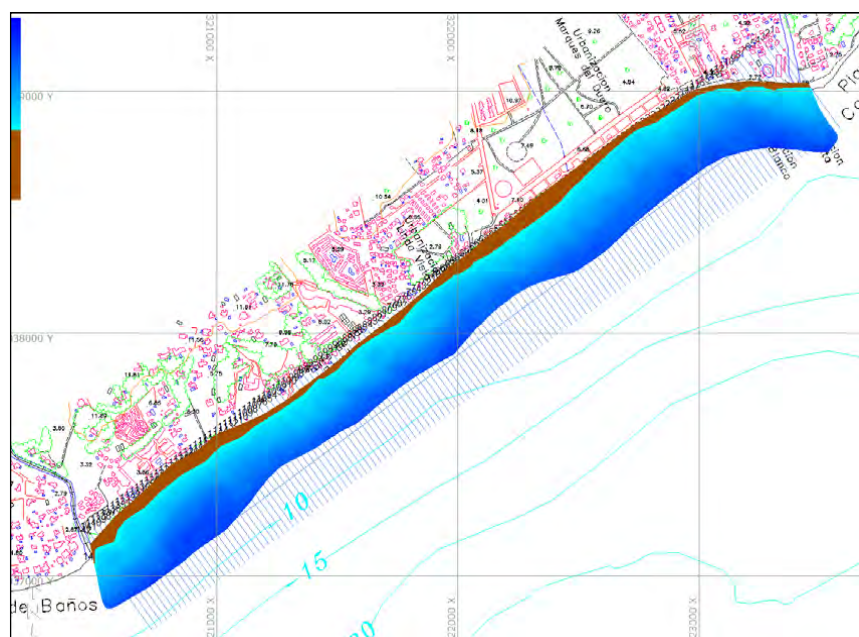
TRABAJOS REALIZADOS	FECHA
Levantamiento Geofísico	14 de febrero de 2014
Levantamiento Batimétrico	14 de febrero de 2014
Toma de muestras de sedimento submareal	14 de febrero de 2014
Levantamiento Topográfico	26 y 27 de febrero de 2014
Toma de muestras de sedimento supramareal	26 de febrero de 2014

**Figura 16.** Cronograma de los trabajos realizados

#### **7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

##### **Campaña batimétrica y topográfica**

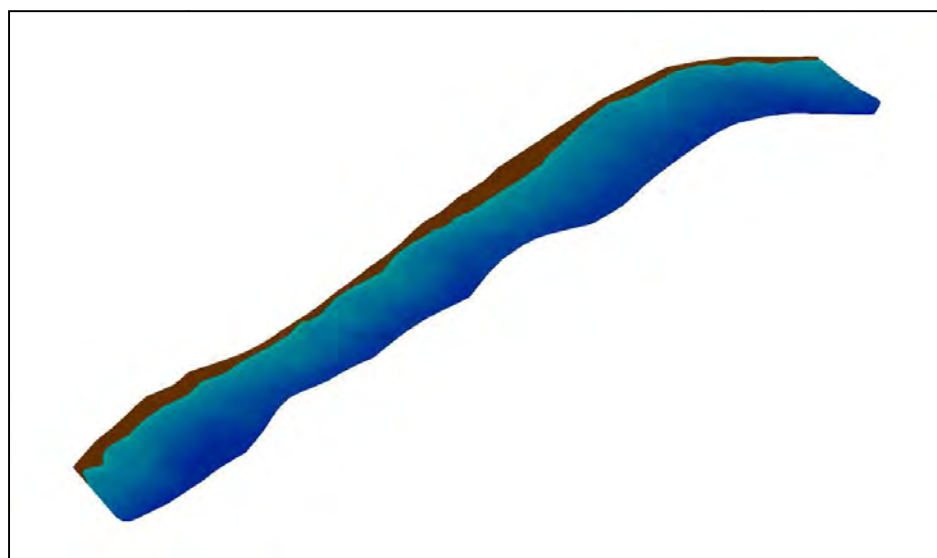
Una vez editados los datos adquiridos en las campañas de batimetría y topografía, se ha realizado un modelo digital del terreno (MDT), del que se muestran distintas imágenes.



**Figura 17.** Modelo digital del terreno de la franja litoral comprendida entre la desembocadura del río Guadalmina y el río Guadaiza

El modelo digital del terreno elaborado muestra una profundidad máxima de 8.5 metros, registrada en la parte norte de la zona de estudio, y una cota máxima de 5.1, registrada en el perfil 42, también en el tramo norte del área.

La zona muestra un perfil típico de playa propia de la región donde se localiza el estudio, con un registro descendente de profundidades a medida que aumenta la distancia con la línea de agua. La parte seca de la playa muestra un perfil suave, sin presencia de perfil estacionario.



**Figura 18.** Modelo digital del terreno de la franja litoral comprendida entre el río Guadaiza y el río Guadalmina (T.M. de Marbella, Málaga)

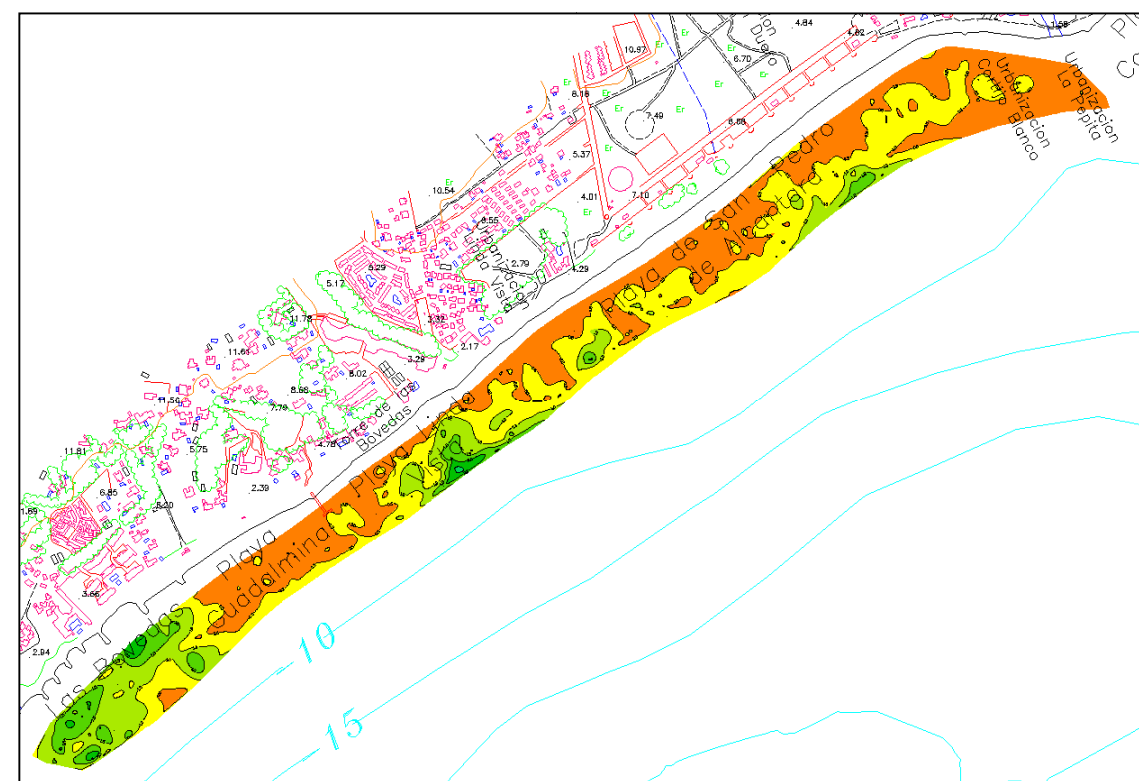
### Campaña geofísica

A partir de los datos sísmicos procesados se realiza el mapa de espesores de sedimento contenido en el anexo cartográfico, del que muestra una imagen a continuación, y del que se extrae la siguiente información.

El espesor medio predominante en toda la zona de estudio es bajo, con valores absolutos de sedimento no consolidado que no alcanzan en muchas ocasiones el medio metro de espesor (color naranja) o que no superan el metro de magnitud (color amarillo). Este espesor se distribuye homogéneamente en prácticamente toda la zona prospectada.

Las zonas con valores absolutos por debajo de los 0.50 metros de espesor (color naranja) son consideradas en este estudio como zonas en las que el basamento acústico se encuentra aflorando en superficie o a pocas décimas de centímetros por debajo. Estas zonas están constituidas por afloramiento rocoso y por pequeñas acumulaciones de materiales que muestran una alta reflectividad sísmica y que no permiten la penetración de la señal acústica. Estos materiales se podrían corresponder con gravas, rocas o arenas gruesas.

El espesor máximo observado en toda el área prospectada es de aproximadamente 3 metros de sedimento no consolidado (color verde).



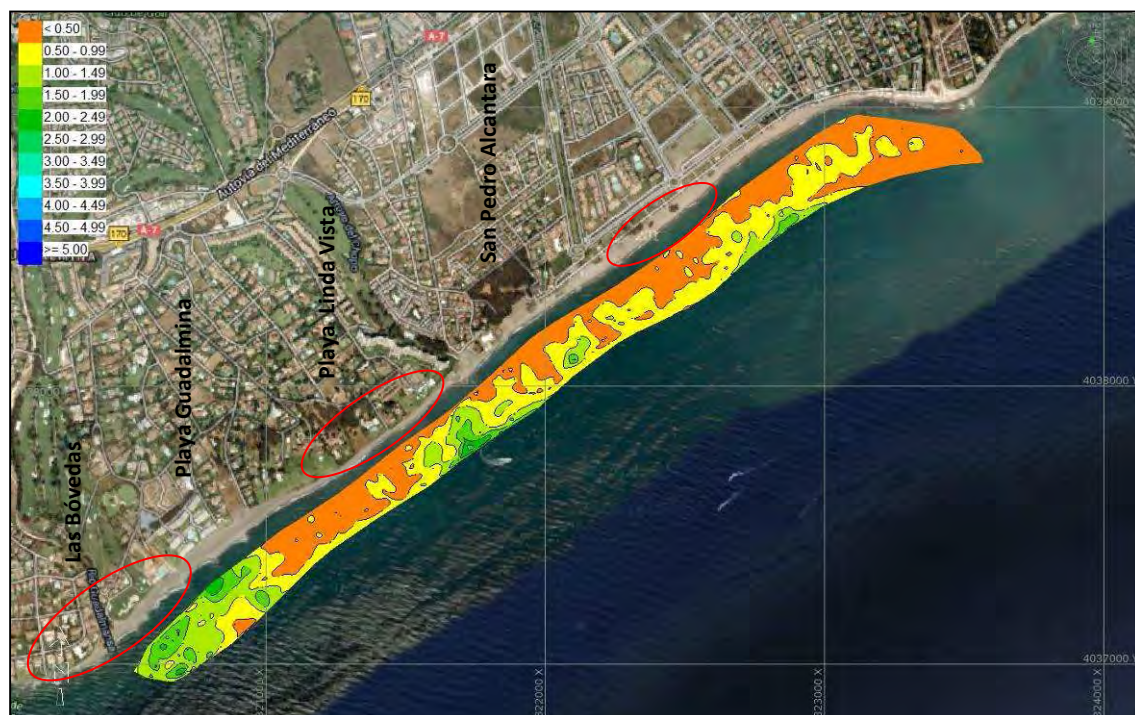
**Figura 19.** Mapa de espesores de sedimento no consolidado. Frente litoral comprendido entre el río Guadaiza y el río Guadalmina (T.M. de Marbella, Málaga)

Las zonas en las que existen espesores sedimentarios no consolidados de magnitud entre 2 y 3 metros se localizan en tres depocentros bien delimitados: uno en el sector septentrional del área prospectada, conocido como zona de las Bóvedas; uno en el sector central de la zona de estudio, adyacente a la conocida como playa Linda Vista; un último depocentro localizado en el extremo más occidental del área prospectada, adyacente al sector norte de la playa de San Pedro de Alcántara.

El depocentro localizado en la zona de las Bóvedas coincide con la propia desembocadura del río Guadalmina, y con la presencia de un conjunto de diques construidos en esta zona. Este hecho podría explicar la mayor acumulación sedimentaria en relación con su zona adyacente de menor espesor.

Los depocentros localizados en playa de Linda Vista y San Pedro de Alcántara muestran una tendencia típica de progradación hacia mar abierto, es decir, con espesores menores hacia la costa y mayores hacia mar. En cambio en el caso de las Bóvedas lo que se puede observar es que existen dos pequeñas zonas colmatadas adyacentes a la línea de costa y gradualmente se produce una retrogradación mostrando espesores sedimentarios menores hacia mar.

A trechos generales se observa que a medida que nos acercamos al río Guadalmina, encontramos los depocentros con mayor espesor sedimentario. Por otra parte se ha podido observar que el material sedimentario depositado en la costa, aumenta considerablemente de tamaño a medida que nos acercamos a las mediaciones del río Guadaiza y progresivamente va disminuyendo hacia el sur. Estos dos hechos podrían estar relacionados con un control por dinámica sedimentaria en dirección NE-SO.



**Figura 20.** Mapa de isopacas del frente litoral comprendido entre la desembocadura del río Guadaiza y el río Guadalmina. Los círculos en rojo delimitan los 3 depocentros de sedimentos no consolidados más relevantes.

A continuación se muestran y se describen dos perfiles correspondientes a las zonas de máximo y mínimo espesor sedimentario respectivamente de la zona de estudio.

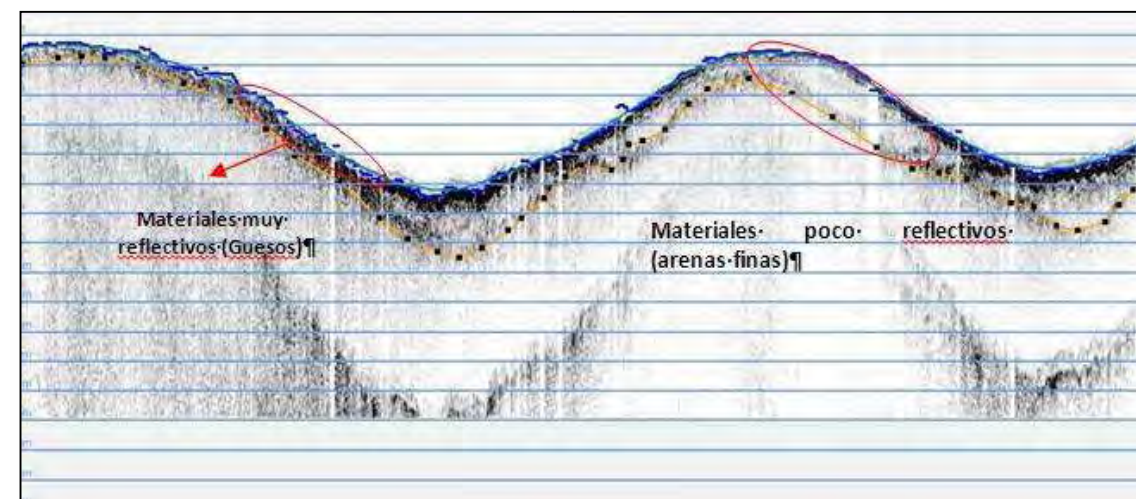
#### **Perfil 1. Zona de máximo espesor sedimentario. Playa de Linda Vista**

En la siguiente figura se muestra el registro interpretado de un perfil de una de las zonas de máximo espesor sedimentario del área prospectada, como es el depocentro adyacente a la playa de Linda Vista.

En este perfil se puede observar que en el sector más oriental existen zonas donde el espesor de sedimento no consolidado alcanza prácticamente los 3 metros de magnitud. Se trata de unos sedimentos que presentan generalmente una facies de baja reflectividad sísmica. Este hecho se traduce en una homogeneidad por parte del sedimento. Podría tratarse de arenas finas y fangos.

En el sector más occidental, sin embargo, se puede observar una zona con presencia de materiales muy reflectivos. Esta zona podría interpretarse como un pequeño depósito de gravas o arenas gruesas.

En este perfil puede observarse claramente la morfología del basamento acústico de esta zona, mostrando profundidades variables en el sector oriental y llegando prácticamente a aflorar en el sector occidental.



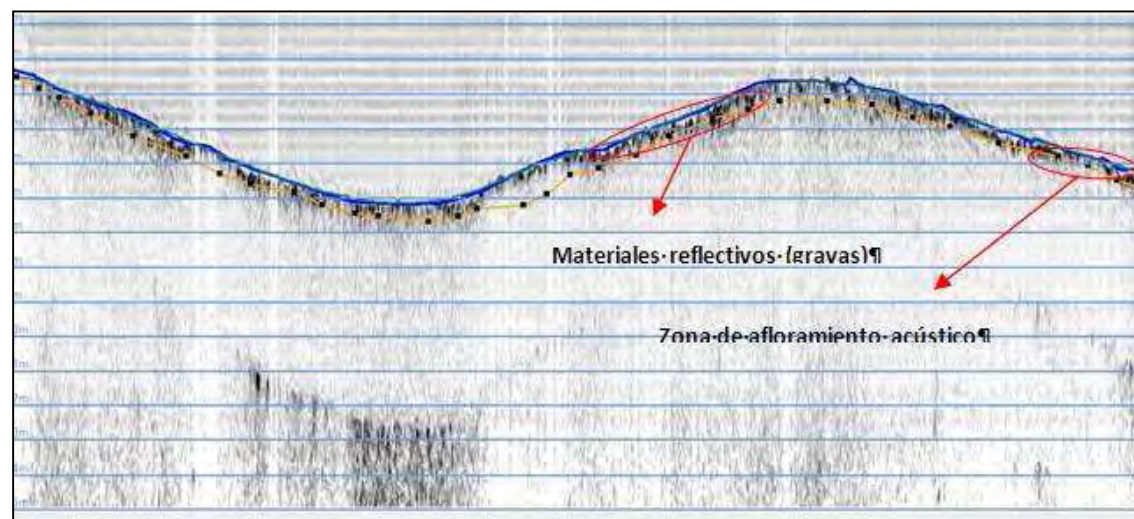
**Figura 21.** Ejemplo del registro sísmico procesado correspondiente a un perfil ubicado en la zona de playa Linda Vista. En color azul se muestra el reflector correspondiente al lecho marino. En color naranja se muestra el reflector que representa el basamento acústico. Los círculos en rojo muestran ejemplos de los tipos de materiales observados en toda esta zona.

#### **Perfil 2. Zona de poco espesor sedimentario. Playa de San Pedro de Alcántara**

En la siguiente figura se muestra el registro interpretado de un perfil de una de las zonas de mínimo espesor sedimentario del área prospectada, como es el caso de la zona adyacente a la playa de San Pedro de Alcántara.

En este perfil podemos observar como el basamento acústico coincide prácticamente con el reflector que representa el lecho marino, y en algunas ocasiones éste acaba aflorando totalmente. Esto se traduce en espesores sedimentarios muy pequeños y en zonas con presencia de afloramiento rocoso. En este perfil podemos observar también la existencia de una zona de materiales sedimentarios de alta reflectividad que

muestran un espesor aproximado entre 0.50 y 0.75 metros. Posiblemente, por sus características y su respuesta acústica, estos materiales se correspondan con gravas o arenas gruesas.



**Figura 22.** Ejemplo del registro sísmico procesado correspondiente a un perfil ubicado en la zona de la playa de Guadalmina. En color azul se muestra el reflector correspondiente al lecho marino. En color naranja se muestra el reflector que representa el basamento acústico. Los círculos rojos muestran ejemplos de los materiales observados en la zona y ejemplos de zona de afloramiento del basamento acústico.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

VERA, J.A. (1994). «[Geología de Andalucía](#)». *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2 (2-3). ISSN 1132-9157, pp. 306-315.

### Páginas Web

[www.google.earth.com](http://www.google.earth.com)

[www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)

[www.igme.es](http://www.igme.es)

[www.puertos.es](http://www.puertos.es)

[www.marm.es](http://www.marm.es)

[www.omnistar.com](http://www.omnistar.com)

[www.ign.es](http://www.ign.es)

### Revista Digital

Armada Project. 2008/2009. Stephen Howard. "Law of Sea Mapping of the Chukchi Sea".

[www.armadaproject.org](http://www.armadaproject.org)

***ANEXO I. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS***

### Ecosonda monohaz

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 4.5º
  - 33 KHz 9.5º

#### 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
- Módulo de calibración con la velocidad del sonido
- 3 puertos serie 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.

### - Perfilador sísmico

Marca KNUDSEN Modelo PINGER SBP



### Descripción del sistema

El SBP de tipo Pinger es un sistema de perfilador con transductor cerámico como fuente sísmica compuesto por 3 elementos básicos: un transmisor generador de señal, un transductor y un ordenador o TPU de control y registro de datos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	Canal de baja frecuencia		Canal de alta frecuencia
	3.5 kHz	15kHz	200 kHz
<u>Ecosonda (parte seca)</u>			
Ancho de banda	Configurable por el usuario (> 20 KHz)		
Longitud de Pulso (min/máx.)	62.5 es/ 64 ms		62.5 us/ 4 ms
Ping Ratio (máx.)	20 Hz		
Ganancia	Manual, automática (AGC) y de tiempo variable (TVG)		
Ganancia analógica	96dB programables		
TVG	20logR, 40logR		
Formato digital de los datos	SEG-Y, XTF, KEB, ASCII		
Fuente de alimentación	24 Vdc		
Dimensiones	488mm x 386mm x 185mm		
Peso	10.5 Kg		
<u>Transductor (parte húmeda)</u>			

Proyector	KELA5701-3.5kHz	KEL291-15kHz	KEL491-200kHz
Impedancia	100 Chms	60 Chms	60 Chms
Receptor	KEL-Hydrophone		KEL491-200kHz
Ancho de banda	6kHz	15kHz	200kHz
Dimensiones	864mm x 514mm x 381mm		
Peso	21Kg – Opción 15 kHz		
	29Kg – Opción 3.5 kHz		

#### Sistema de posicionamiento diferencial

Marca Hemisphere Modelo Crescent VS-110



#### Descripción del sistema

Receptor de posicionamiento diferencial óptimo para levantamientos batimétricos. Este receptor se sostiene bajo las correcciones diferenciales de SBAS y cuenta con la tecnología COAST que permite mantener la exactitud de la posición durante la pérdida temporal de la señal diferencial.

##### Principales ventajas

Posicionamiento con DGPS a menos de 60 cm al 95%.  
Proporciona datos de rumbo.  
Opciones diferencial incluidas SBAS (WAAS y EGNOS), Radiofaro y Omnistar.  
Tecnología COAST.  
Tasa de actualización rápidas de hasta 20 veces por segundo para la posición y rumbo.  
Sistema de luces de estado y menú para configurar y monitorear el receptor.

##### Especificaciones del sensor GPS

- Receptor L1, código C/A con COAST
- 12 canales de rastreo en paralelo
- Tasa de actualización de 20 Hz
- Precisión <0.6 m 95% de confianza

##### Especificaciones del rumbo

- <0.3º con 0.5 m de separación entre antenas
- <0.15º con 1 m. de separación entre antenas
- <0.1 con 2 m. de separación entre antenas

#### Especificaciones técnicas generales

- 2 Puertos serie RS-232.
- Velocidad del puerto 4800, 9600, 19200, 38400 y 57600
- Protocolo de corrección RTCM SC-104
- Protocolo de datos NMEA 0183
- Salida de sincronización 1 pps
- Alimentación de 9 a 36 VCC

#### Sistema de Posicionamiento RTK

Marca Topcom Modelo GPS RTK GR3



#### Descripción del sistema

G3 es la primera tecnología en combinar los tres sistemas de posicionamiento satelital - GPS, GLONASS, y el sistema europeo Galileo. Además de la adición del sistema de Galileo a la tecnología líder de la industria GPS+GLONASS de Topcon, la nueva tecnología de chip G3 incorpora toda la modernización de señal planificada de los sistemas GPS y GLONASS, representando un sistema diseñado para rastrear todas las señales de satélite de posicionamiento disponibles, ahora o en el futuro.

##### Memoria & Comunicación

- Acceso fácil tarjetas SD y SIM
- Radio 915 MHz Spread Spectrum
- 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 GR-3 con una controladora

- Serie FC de controladoras de campo
- Pantalla táctil color
- Entorno gráfico Windows
- Compatible software topográfico de TOPCON TopSurv
- Tecnología inalámbrica Bluetooth

#### Tecnología de seguimiento G3

- 72 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

#### Mareógrafo

Marca Valeport      Modelo 740



#### Descripción del sistema

Este modelo de mareógrafo proporciona altura de marea a partir de las medidas por presión diferencial, realizada en intervalos seleccionables por el operador. La memoria de registro de datos (hasta 65000) y la batería proporcionan la fiabilidad de un registro en continuo de meses. Además, el software de programación del mareógrafo hace una predicción de la durabilidad del propio registro en función de la frecuencia de datos seleccionada.

#### Características del sensor

- Tipo Druck PDCR 1830 (cubierta de titanio y calibrador con ventilación) con soporte de montaje.
- Rango estándar 10dBar (aprox. 10 metros de profundidad). Otros rangos disponibles.
- Exactitud 0.1% escala completa.
- Calibración Se lleva a cabo dentro de la unidad de registro.
- Dimensiones 18mm de diámetro X 80mm excluyendo la placa de montaje.

#### Características de la unidad de registro

- Carcasa Aluminio anodizado negro resistente al agua.
- Corriente interna Pilas alcalinas de 1.5V proveen corriente para dos años con medidas de 15 segundos cada 20 minutos.
- Corriente externa 6-15voltios.
- Memoria 128Kbytes permitiendo almacenar 65000 datos puntuales, equivalentes a 500 días de trabajo midiendo cada 20 minutos.
- Muestreo Datos brutos muestreados en 4Hz.
- Resolución Registro de datos con resolución de 1mm.
- Conexión a pc conexión RS232 con cable de 3m.
- Dimensiones Carcasa (47x 110x 235mm).
- Peso 1.7Kgf aproximadamente incluyendo las baterías.

#### 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 más 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

#### Rango de Medición

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

#### Características eléctricas

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

#### Características físicas

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

#### Precisión detallada

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

#### Toma de sedimentos

Draga modelo Van Veen



#### Descripción del sistema

De uso manual sin la necesidad de grúas o pórticos automatizados, esta draga permite la obtención de 2 kilos de material de sedimento. La mordedura de las dos valvas impide la salida de los sedimentos finos, evitando de esta forma la modificación de la curva granulométrica de la muestra, o de pequeños organismos que se encuentren en la muestra.

#### 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.

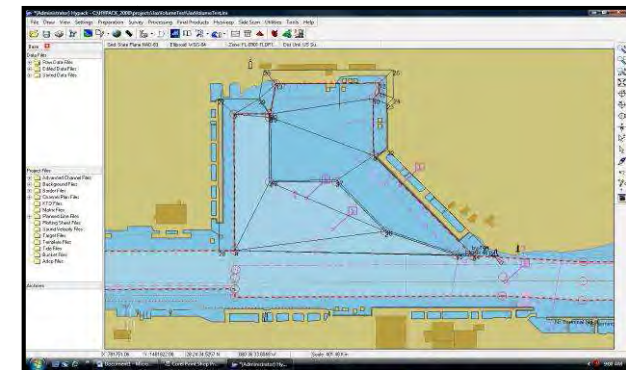
#### Diseño de Campañas

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 entrada de GPS, datos batimétricos de magnetómetros, instrumental telemétrico alrededor de 200 sensores más.



permite la ecosondas, de mareas, y

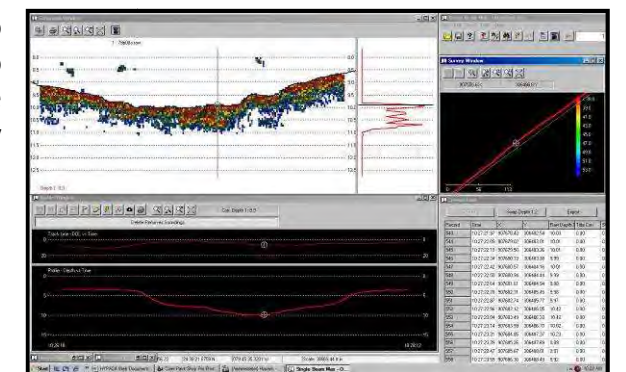
#### Edición de los datos batimétricos

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 como en modelos de superficie (Modelo perfiles y volumen se calculan a través de distintos. Que permitirán conocer el área y material de cada segmento del perfil,



en perfiles TIN). Los 20 métodos volumen del puede calcular

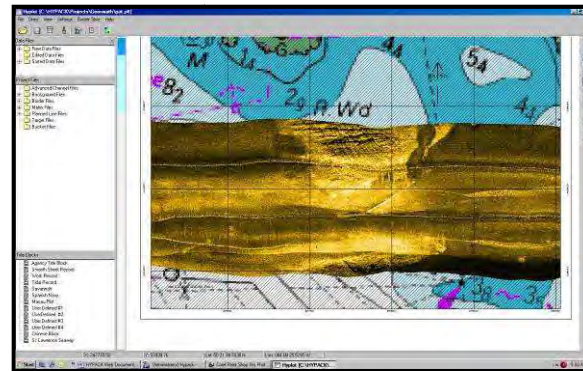
también el área y volumen de los datos batimétricos con modelos de caja de dragados, etc.

#### 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 módulo 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.



#### Software de adquisición y procesado de datos sísmicos

**Marca:** KNUDSEN      **Modelo:** Sounder Suite-USB

El software Sounder Suite-USB constituye el propio software del equipo, desarrollado por KNUDSEN.

Este software permite controlar en todo momento la calidad de los datos en tiempo real, pudiendo variar los parámetros necesarios a medida que se van adquiriendo los datos. Los datos pueden ser guardados en varios formatos típicos de la industria sísmica (SEG-Y, XTF, ASCII...) para poder ser visualizados y tratados posteriormente con otros softwares de post-procesado.

Una vez adquiridos los datos se procede a realizar el post-procesado de los mismos, que consistirá en la filtración de datos erróneos, ruidos, digitalización manual por parte del técnico de los diferentes reflectores que se corresponden con las diferentes capas de sedimento o estratos detectados y en la corrección de detección del fondo. Una vez realizada la digitalización de las capas sedimentarias existentes, se exportan estos datos a un archivo de texto donde se tienen tanto las coordenadas horizontales (x, y), como la vertical (z), que corresponde a la profundidad. A partir de estos datos se realiza posteriormente el mapa de espesores sedimentarios o de isopacas que conforman el área de estudio.

#### Embarcación

**Marca:** Sabor      **Modelo:** 551



La embarcación está especialmente preparada para la realización de batimetrías, perteneciendo a la lista 5ª. Tiene integradas las campanas o transducers en su centro de masas para paliar, en la medida de lo posible, las variaciones por los movimientos propios derivados del trabajo en un medio hostil como es el mar; y además está lastrada en proa para evitar que, por la acción de los motores, se produzca el movimiento de cabezada que pudiera introducir errores en el sondeo.

Los 5.5 metros de eslora, 36 centímetros de calado y menos de 1 tonelada de desplazamiento hacen del modelo Faetón 551 una embarcación estremadamente útil y versátil para cualquier lugar y tipo de trabajo. Además sus dimensiones la hacen fácilmente transportable por carreteras o caminos y no presenta problemas su botadura.

A popa dispone de un pequeño pescante para la maniobra de remolque del pez del Sónar de Barrido Lateral, así como del Perfilador de Fondo K-Chirp 3310.

Lleva instalado un motor fuera borda marca Yamaha de 55 CV de potencia y un generador de 220 Volt CA de 1Kw.

**APÉNDICE II: REPLANTEO DE PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO POR ACOPORT EN FEBRERO DE 2018.**

1,323268.047,4038850.951,1.490,B  
2,323271.055,4038851.026,1.250,R  
3,323274.514,4038851.187,0.670,R  
4,323276.691,4038852.001,0.370,R  
5,323278.693,4038852.413,0.160,R  
6,323279.782,4038852.911,0.060,R  
7,323275.955,4038842.409,0.060,R  
8,323274.401,4038842.206,0.330,R  
9,323271.927,4038842.577,0.670,R  
10,323267.256,4038842.842,1.360,B  
11,323263.075,4038842.869,1.520,R  
12,323263.345,4038850.325,1.490,R  
13,323259.040,4038850.652,1.450,R  
14,323255.184,4038851.340,1.480,PT  
15,323254.884,4038847.977,1.680,PT  
16,323251.434,4038842.754,2.170,PT,CT  
17,323249.382,4038848.018,2.680,CT  
18,323250.758,4038853.960,2.930,CT  
19,323245.614,4038853.131,3.110,PM  
20,323245.735,4038846.395,2.950,M  
21,323245.450,4038842.842,2.780,M  
22,323244.810,4038840.986,2.620,M  
23,323244.006,4038839.947,2.670,M  
24,323242.949,4038839.315,2.730,M  
25,323242.276,4038839.180,2.700,M  
26,323246.909,4038837.369,2.340,R  
27,323251.770,4038834.507,1.890,R

28,323256.182,4038831.665,1.670,R  
29,323261.077,4038828.080,1.260,B  
30,323262.745,4038826.509,1.300,CT  
31,323267.560,4038831.772,1.140,CT  
32,323271.500,4038837.858,0.820,CT  
33,323265.397,4038824.815,0.470,R  
34,323267.762,4038823.523,0.040,R  
35,323259.451,4038815.463,0.090,R  
36,323256.871,4038817.292,0.690,R  
37,323255.481,4038818.396,1.080,CT  
38,323252.362,4038822.672,1.350,B  
39,323250.384,4038825.879,1.650,R  
40,323247.605,4038831.143,2.080,R  
41,323242.595,4038830.519,2.310,R  
42,323241.915,4038825.012,1.930,R  
43,323241.736,4038818.453,1.520,B  
44,323241.094,4038814.334,1.230,CT  
45,323248.365,4038814.285,1.100,CT  
46,323248.798,4038810.278,0.450,R  
47,323249.790,4038807.826,0.120,R  
48,323241.475,4038808.161,0.120,R  
49,323241.515,4038811.667,0.740,R  
50,323241.753,4038814.135,1.240,CT  
51,323226.682,4038808.423,0.180,R  
52,323226.345,4038810.696,0.520,R  
53,323226.817,4038816.125,1.480,CT  
54,323227.036,4038819.697,1.850,B

55,323227.413,4038824.377,2.140,R

56,323227.877,4038830.275,2.490,R

57,323228.351,4038835.270,2.850,R

58,323229.070,4038840.013,3.120,M

59,323220.566,4038840.548,3.110,RAM

60,323220.458,4038838.970,2.980,RAM

61,323212.754,4038839.434,2.920,RAM

62,323203.991,4038841.521,3.150,RAM

63,323203.901,4038839.936,3.100,RAM

64,323198.254,4038840.207,3.190,RAM

65,323198.350,4038841.784,3.210,RAM

66,323212.133,4038841.083,3.010,M

67,323211.574,4038835.487,2.830,R

68,323210.763,4038830.159,2.520,R

69,323210.367,4038825.775,2.280,R

70,323209.370,4038821.076,1.950,B

71,323208.657,4038815.902,1.410,CT

72,323208.348,4038813.048,0.810,R

73,323208.090,4038810.228,0.400,R

74,323208.137,4038807.176,2.120,PZ

75,323209.087,4038807.464,-0.010,R

76,323193.634,4038811.686,0.360,R

77,323193.265,4038814.934,0.900,R

78,323193.762,4038817.414,1.480,CT

79,323194.369,4038820.689,1.850,B

80,323195.055,4038824.965,2.370,R

81,323195.778,4038830.976,2.760,PAL

82,323186.742,4038831.577,2.880,PAL

83,323194.996,4038835.648,2.960,R

84,323195.086,4038842.023,3.250,M

85,323185.586,4038832.486,2.860,PAL

86,323180.865,4038842.907,3.100,M

87,323175.032,4038842.979,2.980,RAM

88,323174.979,4038841.756,2.990,RAM

89,323167.694,4038842.052,3.000,RAM

90,323167.723,4038843.657,3.000,RAM

91,323179.708,4038836.925,2.980,R

92,323179.835,4038831.500,2.850,R

93,323179.714,4038825.817,2.340,R

94,323179.717,4038822.908,2.010,B

95,323179.465,4038818.755,1.400,CT

96,323179.382,4038816.269,0.860,R

97,323179.435,4038813.469,0.400,R

98,323179.317,4038812.440,0.200,R

99,323163.794,4038813.055,0.290,R

100,323163.545,4038815.599,0.800,R

101,323163.721,4038818.531,1.490,CT

102,323163.683,4038820.692,1.500,R

103,323163.789,4038822.531,1.720,B

104,323163.983,4038825.975,2.210,R

105,323164.295,4038829.270,2.520,R

106,323165.044,4038832.800,2.830,PAL

107,323164.904,4038836.906,2.910,R

108,323164.863,4038843.868,2.960,M

109,323154.310,4038844.550,2.840,M  
110,323145.469,4038845.687,2.300,M  
111,323145.474,4038846.206,2.240,M  
112,323141.982,4038846.673,2.280,M  
113,323141.935,4038846.152,2.260,M  
114,323146.172,4038842.646,2.240,R  
115,323140.689,4038843.027,2.180,V  
116,323149.045,4038838.839,2.540,PAL  
117,323149.368,4038838.139,2.580,PAL  
118,323147.191,4038836.444,2.710,SA  
119,323147.579,4038836.004,2.490,R  
120,323146.140,4038830.102,2.250,R  
121,323139.632,4038832.294,2.280,V  
122,323138.067,4038827.065,2.230,V  
123,323145.670,4038824.539,2.500,SA  
124,323145.475,4038824.019,2.060,R  
125,323147.116,4038823.009,1.950,B.CT  
126,323146.369,4038820.861,1.910,CT  
127,323145.810,4038820.482,1.930,CT  
128,323145.780,4038819.863,1.410,PT  
129,323146.789,4038820.632,1.500,PT  
130,323145.968,4038816.856,0.800,R  
131,323145.779,4038814.534,0.450,R  
132,323145.405,4038812.268,0.040,R  
133,323143.853,4038812.695,0.170,ESC  
134,323143.770,4038813.559,0.350,ESC  
135,323133.670,4038814.452,0.830,ESC

136,323133.571,4038812.970,0.190,ESC  
137,323133.707,4038818.572,1.650,PT  
138,323133.520,4038819.436,2.180,CT  
139,323124.767,4038826.485,2.150,V  
140,323124.106,4038821.187,2.100,CT  
141,323124.345,4038819.751,1.550,PT  
142,323124.673,4038816.682,1.020,ESC  
143,323124.313,4038815.262,0.730,ESC  
144,323123.420,4038812.747,0.170,R  
145,323108.106,4038814.087,0.210,R  
146,323107.904,4038817.117,0.860,R  
147,323108.099,4038820.578,1.580,PT  
148,323108.044,4038821.806,2.050,CT  
149,323107.999,4038827.352,2.180,V  
150,323083.277,4038814.251,0.080,R  
151,323082.481,4038816.708,0.860,R  
152,323083.168,4038820.859,1.530,CT  
153,323082.878,4038823.961,1.520,B  
154,323082.268,4038828.626,1.670,V  
155,323082.551,4038839.279,2.430,V  
156,323080.533,4038842.098,2.530,V  
157,323076.735,4038842.475,2.730,PAL  
158,323076.349,4038842.642,2.700,PAL  
159,323073.761,4038843.649,2.640,V  
160,323073.118,4038847.339,2.900,M  
161,323061.057,4038846.831,2.610,M  
162,323061.061,4038843.859,2.430,R

163,323061.233,4038837.736,2.130,R  
164,323061.198,4038831.717,1.630,R  
165,323061.030,4038824.923,1.320,B  
166,323061.106,4038819.630,1.550,CT  
167,323061.037,4038817.048,0.860,R  
168,323060.842,4038814.198,0.240,R  
169,323044.851,4038813.102,0.320,R  
170,323044.648,4038816.174,0.940,R  
171,323044.775,4038818.361,1.340,CT  
172,323045.655,4038824.352,1.230,B  
173,323045.711,4038831.240,1.720,R  
174,323045.536,4038837.505,2.250,R  
175,323050.785,4038840.641,2.510,PAL  
176,323047.430,4038842.003,2.810,SA  
177,323046.880,4038841.938,2.440,R  
178,323046.756,4038846.140,2.520,M  
179,323035.251,4038838.906,2.410,PAL  
180,323029.212,4038845.158,2.520,M  
181,323024.856,4038844.966,2.300,M  
182,323024.669,4038845.532,2.280,M  
183,323019.921,4038845.313,2.180,M  
184,323019.863,4038844.866,2.240,M  
185,323029.013,4038839.858,2.120,R  
186,323034.237,4038838.519,2.400,PAL  
187,323032.230,4038832.374,1.810,R  
188,323032.202,4038824.942,1.250,B  
189,323031.936,4038817.840,1.410,CT

190,323032.190,4038814.588,0.810,R  
191,323032.310,4038811.838,0.220,R  
192,323005.527,4038811.975,0.090,R  
193,323005.595,4038812.014,0.110,R  
194,323005.360,4038815.183,0.890,R  
195,323005.314,4038816.099,1.100,CT  
196,323005.325,4038822.861,1.250,B  
197,323005.839,4038828.296,1.870,R  
198,323006.007,4038834.115,2.430,R  
199,323016.984,4038834.083,2.490,PAL  
200,323005.369,4038843.943,2.770,M  
201,322994.810,4038840.662,2.780,PAL  
202,322993.000,4038842.828,2.880,H  
203,322993.210,4038834.970,2.640,H  
204,322989.151,4038832.548,2.600,R  
205,322989.159,4038829.724,2.310,R  
206,322989.325,4038826.444,1.570,R  
207,322989.193,4038824.592,1.310,B  
208,322988.906,4038819.850,1.230,CT  
209,322989.041,4038816.412,0.580,R  
210,322988.987,4038814.197,0.210,R  
211,322976.658,4038814.018,0.110,R  
212,322975.949,4038816.539,0.630,R  
213,322975.779,4038819.403,1.060,CT  
214,322975.576,4038822.297,1.240,PT  
215,322975.209,4038826.839,2.270,CT  
216,322975.845,4038832.540,2.760,R

217,322981.678,4038834.342,2.800,H

218,322981.227,4038841.092,2.940,H

219,322980.788,4038841.068,2.980,RAM

220,322978.830,4038840.880,3.060,RAM

221,322978.698,4038840.147,3.090,D

222,322978.129,4038839.091,3.050,D

223,322979.489,4038838.428,3.020,D

224,322979.891,4038842.481,3.430,M

225,322979.894,4038843.021,3.430,M

226,322978.480,4038843.018,3.480,M

227,322978.658,4038842.470,3.470,M

228,322959.996,4038835.583,3.050,RAM

229,322961.059,4038831.839,2.810,RAM

230,322960.495,4038834.189,2.960,KIO

231,322962.532,4038834.577,3.000,KIO

232,322962.382,4038835.766,2.940,KIO

233,322961.772,4038829.063,2.600,R

234,322962.075,4038825.157,2.270,CT

235,322962.563,4038821.067,1.450,PT

236,322962.607,4038820.669,1.390,B

237,322962.749,4038817.790,0.990,R

238,322963.345,4038814.747,0.590,R

239,322964.198,4038812.157,0.200,R

240,322952.284,4038809.364,0.170,R

241,322951.517,4038812.550,0.890,R

242,322950.276,4038817.288,1.360,R

243,322949.857,4038817.192,1.440,B

244,322950.470,4038818.094,2.380,SA

245,322949.302,4038821.804,2.370,SA

246,322949.408,4038821.158,1.800,R

247,322948.789,4038818.998,1.530,PT

248,322948.011,4038821.981,2.120,CT

249,322951.072,4038828.748,2.850,RAM

250,322949.634,4038834.236,2.940,RAM

251,322949.264,4038832.638,2.950,D

252,322949.724,4038831.158,2.920,D

253,322947.757,4038830.539,2.920,D

254,322945.250,4038833.279,3.270,M

255,322929.813,4038828.989,3.300,M

256,322930.795,4038825.429,2.780,R

257,322931.629,4038819.345,2.100,CT

258,322932.231,4038816.216,1.580,PT

259,322932.492,4038813.853,1.380,B

260,322932.944,4038811.205,1.200,R

261,322933.747,4038808.390,0.750,R

262,322934.542,4038804.700,0.080,R

263,322919.862,4038800.892,0.070,R

264,322918.548,4038803.751,0.710,R

265,322917.452,4038809.914,1.300,B

266,322916.569,4038812.448,1.620,R

267,322914.641,4038818.908,2.620,R

268,322916.511,4038821.070,2.840,PAL

269,322918.415,4038823.871,3.130,PAL

270,322921.108,4038825.811,3.310,PAL

271,322914.136,4038824.771,3.300,M

272,322901.236,4038821.290,3.420,M

273,322902.281,4038815.452,2.660,R

274,322901.789,4038808.179,1.750,R

275,322903.057,4038804.790,1.250,B

276,322904.132,4038801.480,0.960,R

277,322905.328,4038798.057,0.500,R

278,322905.856,4038795.383,0.080,R

279,322895.025,4038791.150,0.140,R

280,322893.649,4038793.078,0.710,R

281,322891.842,4038797.553,0.870,B

282,322889.359,4038803.623,1.760,R

283,322888.700,4038803.903,2.320,SA

284,322890.396,4038810.179,2.340,MP

285,322890.005,4038809.894,2.190,MP

286,322884.949,4038815.092,3.330,MP

287,322884.856,4038813.873,2.420,MP

288,322888.321,4038807.893,2.010,MP

289,322887.787,4038807.396,2.110,MP

290,322884.046,4038810.939,2.680,MP

291,322884.806,4038811.602,2.200,MP

292,322883.719,4038813.626,2.380,MP

293,322883.064,4038813.244,2.850,MP

299,322880.539,4038812.998,2.880,ESC

300,322877.487,4038808.554,2.880,ESC

301,322873.888,4038806.727,2.650,ESC

302,322869.588,4038806.617,2.870,ESC

303,322865.487,4038808.489,3.060,ESC

304,322867.340,4038809.285,3.930,M

305,322867.207,4038809.778,3.920,M

306,322878.422,4038813.095,3.870,M

307,322878.563,4038812.662,3.840,M

308,322866.664,4038804.475,3.020,D

309,322864.756,4038803.614,3.020,D

310,322864.175,4038805.037,3.020,D

311,322855.440,4038800.094,2.820,M

312,322857.297,4038794.375,2.460,M

313,322867.086,4038796.665,2.060,R

314,322869.241,4038790.537,1.400,B

315,322870.525,4038787.099,1.190,R

316,322871.747,4038784.336,0.900,R

317,322872.652,4038782.174,0.670,R

318,322872.908,4038781.098,0.330,R

319,322863.974,4038775.046,0.160,R

320,322861.940,4038777.573,0.750,R

321,322860.678,4038780.949,0.980,R

322,322859.306,4038784.598,1.230,B

323,322857.998,4038789.273,1.850,R

324,322848.498,4038791.423,2.720,M.AL

325,322847.086,4038790.218,2.900,EDI

326,322841.853,4038788.494,2.900,EDI

327,322839.545,4038795.560,2.950,EDI

328,322844.516,4038797.263,2.950,EDI

329,322845.428,4038796.740,2.990,M.AL

330,322843.952,4038798.112,2.940,AA

331,322838.274,4038796.237,2.950,AA

332,322840.741,4038788.494,2.860,AA

333,322830.627,4038798.317,3.250,M

334,322832.109,4038793.667,3.170,R

335,322834.359,4038787.623,3.040,R

336,322834.574,4038787.194,3.290,SA

337,322835.988,4038784.246,2.460,R

338,322837.719,4038779.378,1.860,R

339,322839.395,4038775.704,1.350,B

340,322841.576,4038771.182,0.920,R

341,322843.091,4038768.193,0.760,R

342,322844.995,4038764.202,0.270,R

343,322827.792,4038752.431,0.160,R

344,322825.970,4038754.393,0.560,R

345,322824.459,4038757.317,0.920,R

346,322822.317,4038760.858,0.980,R

347,322819.846,4038765.312,1.210,B

348,322819.686,4038765.591,1.230,B

349,322818.475,4038768.153,1.710,R

350,322815.441,4038772.135,2.050,R

351,322816.042,4038774.256,2.140,MP

352,322817.106,4038775.172,2.770,MP

353,322813.066,4038785.509,3.460,MP

354,322811.477,4038788.162,3.140,MP

355,322809.190,4038788.659,3.370,MP

356,322808.059,4038791.682,3.480,M

357,322807.251,4038786.034,3.560,SA

358,322807.060,4038786.448,2.890,R

359,322805.474,4038784.220,3.310,MP

360,322807.726,4038779.518,3.240,MP

361,322812.002,4038771.988,2.090,MP

362,322813.038,4038772.799,2.130,MP

363,322810.764,4038776.024,2.520,MP

364,322806.943,4038785.075,2.600,MP

365,322809.831,4038786.775,2.590,MP

366,322811.409,4038785.276,2.690,MP

367,322799.335,4038789.112,3.410,ESC

368,322798.089,4038788.835,3.900,M

369,322797.905,4038789.342,3.930,M

370,322797.025,4038785.330,3.320,ESC

371,322793.793,4038783.076,3.220,ESC

372,322793.906,4038782.903,3.220,ESC

373,322786.880,4038782.667,3.240,ESC

374,322786.984,4038782.915,3.360,ESC

375,322787.809,4038783.847,3.840,M

376,322787.542,4038784.245,3.980,M

377,322792.925,4038779.105,3.080,R

378,322796.532,4038771.074,2.940,R

379,322799.743,4038765.450,2.590,R

380,322802.135,4038760.868,2.010,R

381,322804.421,4038756.895,1.380,B

382,322806.153,4038753.664,1.080,R

383,322808.402,4038749.541,0.930,R

384,322809.968,4038746.616,0.860,R

385,322812.749,4038742.100,0.200,R

386,322810.736,4038745.714,0.690,R

387,322797.246,4038731.621,0.270,R

388,322795.109,4038734.211,0.670,R

389,322792.414,4038739.570,0.990,R

390,322789.467,4038744.404,1.170,B

391,322786.866,4038748.779,1.860,CT

392,322783.756,4038754.484,2.780,R

393,322783.277,4038754.488,3.540,SA

394,322778.780,4038761.330,2.940,R

395,322774.407,4038768.303,3.090,R

396,322771.645,4038772.272,3.190,M

397,322769.429,4038757.418,3.120,KIO

398,322768.092,4038756.442,3.090,KIO

399,322769.442,4038754.511,2.950,KIO

400,322759.287,4038763.617,3.430,M

401,322762.509,4038758.232,3.090,R

402,322767.640,4038750.419,2.740,R

403,322771.094,4038744.040,2.300,R

404,322773.395,4038740.317,1.990,CT

405,322776.259,4038735.184,1.180,B

406,322778.777,4038730.989,1.020,R

407,322781.008,4038727.486,0.920,R

408,322782.964,4038724.454,0.580,R

409,322784.148,4038722.148,0.300,R

410,322771.055,4038713.025,0.320,R

411,322770.686,4038713.043,0.350,R

412,322768.178,4038716.553,0.860,R

413,322764.215,4038722.650,1.050,R

414,322762.630,4038725.611,1.150,B

415,322759.407,4038730.335,1.950,CT

416,322756.498,4038734.622,2.340,R

417,322754.324,4038738.809,2.730,R

418,322750.412,4038746.820,3.230,R

419,322750.620,4038754.930,3.230,RAM

420,322738.959,4038749.440,4.120,M

421,322738.479,4038749.793,4.100,M

422,322728.326,4038742.620,4.140,M

423,322728.541,4038742.188,4.130,M

424,322719.375,4038733.031,3.300,RAM

425,322729.573,4038740.451,3.180,RAM

426,322735.303,4038741.705,3.220,RAM

427,322740.020,4038747.808,3.140,RAM

428,322735.392,4038735.747,3.020,R

429,322742.542,4038727.804,2.470,R

430,322746.723,4038722.825,1.950,R

431,322751.875,4038718.679,1.280,B.CT

432,322754.629,4038713.439,0.900,R

433,322756.907,4038708.754,0.750,R

434,322759.257,4038706.475,0.400,R

435,322738.902,4038691.923,0.360,R

436,322736.986,4038694.798,0.660,R

437,322734.628,4038699.534,0.720,R

438,322729.192,4038707.396,1.660,R

439,322724.081,4038714.749,2.430,R

440,322723.621,4038714.500,2.960,SA

441,322720.245,4038719.255,2.920,R

442,322716.883,4038723.805,3.110,R

443,322712.133,4038730.376,3.210,M

444,322705.820,4038725.020,2.900,KIO

445,322707.456,4038722.680,2.900,KIO

446,322702.610,4038719.285,2.900,KIO

447,322701.692,4038718.217,2.900,R

448,322705.953,4038711.196,2.970,R

449,322711.436,4038701.646,2.040,R

450,322714.905,4038695.957,1.320,R

451,322718.248,4038689.629,0.710,R

452,322720.287,4038684.337,0.580,R

453,322716.548,4038680.457,0.290,R

454,322703.782,4038673.304,0.360,R

455,322701.297,4038676.883,0.540,R

456,322697.052,4038682.636,0.950,R

457,322691.284,4038691.058,2.040,R

458,322688.619,4038695.975,2.630,R

459,322683.396,4038702.628,3.090,R

460,322681.324,4038708.701,3.230,ESC

461,322679.627,4038703.069,3.300,ESC

462,322676.294,4038700.175,3.220,ESC

463,322671.809,4038698.983,3.330,ESC

464,322670.091,4038700.944,4.300,M

465,322669.804,4038701.374,4.230,M

466,322679.235,4038708.086,4.110,M

467,322679.517,4038707.714,4.200,M

468,322672.870,4038694.103,3.080,R

469,322677.084,4038685.577,2.290,R

470,322680.654,4038677.555,1.380,R

471,322685.082,4038670.622,0.660,R

472,322687.468,4038665.753,0.550,R

473,322688.853,4038663.557,0.210,R

474,322670.869,4038653.606,0.260,R

475,322669.539,4038654.867,0.550,R

476,322666.689,4038659.886,0.690,R

477,322661.908,4038666.795,1.430,R

478,322657.167,4038674.000,2.460,R

479,322653.777,4038679.387,2.940,R

480,322649.063,4038686.087,3.460,M

481,322634.747,4038675.949,3.380,M

482,322637.884,4038671.400,3.170,R

483,322642.546,4038663.911,2.500,R

484,322645.908,4038657.739,1.720,R

485,322648.451,4038652.364,1.030,R

486,322650.467,4038647.452,0.570,R

487,322652.942,4038641.643,0.240,R

488,322634.736,4038629.739,0.350,R

489,322632.148,4038633.466,0.620,R

490,322628.472,4038639.861,1.170,R

491,322624.937,4038646.432,2.120,R

492,322624.243,4038646.637,2.230,R

493,322623.975,4038646.059,3.420,SA

494,322622.741,4038650.752,2.570,R

495,322619.873,4038656.396,2.960,R

496,322624.429,4038666.672,3.660,SA

497,322624.563,4038666.252,3.440,R

498,322622.396,4038667.088,3.450,ESC

499,322620.787,4038662.060,3.360,ESC

500,322615.921,4038658.331,3.330,ESC

501,322611.140,4038657.995,3.430,ESC

502,322611.162,4038659.540,4.140,M

503,322610.935,4038660.067,4.320,M

504,322620.450,4038666.738,4.310,M

505,322620.745,4038666.377,4.300,M

506,322604.486,4038654.728,3.460,M

507,322607.789,4038649.639,3.150,R

508,322610.838,4038644.628,2.610,R

509,322612.612,4038635.947,1.730,R

510,322615.717,4038627.786,0.890,R

511,322618.735,4038621.326,0.460,R

512,322620.585,4038617.741,0.300,R

513,322603.990,4038605.945,0.270,R

514,322602.051,4038609.275,0.440,R

515,322598.533,4038614.762,0.840,R

516,322594.670,4038621.245,1.740,R

517,322591.263,4038626.922,2.370,R

518,322586.563,4038633.055,2.890,R

519,322583.345,4038638.326,3.320,M

520,322574.078,4038630.958,3.430,RAM

521,322575.052,4038629.640,3.380,RAM

522,322564.898,4038622.118,3.410,RAM

523,322561.171,4038616.234,3.370,RAM

524,322554.706,4038614.297,3.490,RAM

525,322561.512,4038609.261,3.020,R

526,322565.494,4038604.180,2.230,R

527,322570.638,4038596.514,1.080,R

528,322574.379,4038590.592,0.580,R

529,322576.117,4038587.747,0.240,R

530,322561.657,4038575.047,0.230,R

531,322558.902,4038577.589,0.540,R

532,322555.622,4038582.388,0.950,R

533,322550.099,4038588.973,2.060,R

534,322550.251,4038589.641,3.810,SA

535,322547.127,4038592.801,2.910,R

536,322544.308,4038597.175,3.450,R

537,322538.829,4038604.454,3.740,M

538,322544.862,4038606.552,3.570,RAM

539,322553.610,4038615.898,4.380,M

540,322553.287,4038616.274,4.460,M

541,322563.322,4038623.973,4.450,M

542,322563.625,4038623.635,4.430,M

543,322525.216,4038594.058,3.780,M

544,322527.409,4038590.080,3.640,R

545,322531.283,4038585.353,3.310,R

546,322534.061,4038581.845,2.830,R

547,322536.916,4038578.427,2.150,R

548,322540.235,4038574.122,1.360,R

549,322543.384,4038570.185,0.910,R

550,322546.270,4038566.604,0.520,R

551,322548.409,4038564.047,0.240,R

552,322531.043,4038549.291,0.200,R

553,322528.548,4038552.033,0.530,R

554,322525.918,4038555.848,0.860,R

555,322522.312,4038561.219,1.500,R

556,322518.000,4038567.012,2.610,R

557,322514.691,4038571.658,3.250,R

558,322510.525,4038576.517,3.700,R

559,322507.194,4038577.543,3.670,ESC

560,322497.493,4038570.931,3.800,ESC

561,322502.226,4038571.824,3.810,ESC

562,322505.705,4038579.911,4.560,M

563,322506.050,4038579.573,4.580,M

564,322496.521,4038572.909,4.560,M

565,322496.830,4038572.480,4.520,M

566,322496.850,4038564.364,3.850,MP

567,322496.742,4038563.627,3.830,MP

568,322499.775,4038561.006,3.820,MP

569,322500.133,4038561.102,3.750,MP

570,322502.717,4038556.393,3.180,MP

571,322502.053,4038555.987,3.440,MP

572,322503.755,4038553.154,2.800,MP

573,322502.874,4038553.646,3.240,MP

574,322500.421,4038548.425,2.400,MP

575,322499.954,4038548.705,3.160,MP

576,322495.088,4038543.751,2.390,MP

577,322494.590,4038544.792,3.200,MP

578,322489.478,4038540.231,2.400,MP

579,322489.088,4038541.365,3.380,MP

580,322485.781,4038540.740,3.630,MP

581,322485.524,4038540.024,3.550,MP

582,322478.389,4038541.428,3.780,MP

583,322476.165,4038544.038,3.910,MP

584,322481.099,4038560.255,4.150,M

585,322483.546,4038554.190,3.900,MP

586,322507.896,4038551.203,1.830,R

587,322511.564,4038545.375,1.030,R

588,322514.121,4038540.180,0.520,R

589,322516.326,4038537.372,0.230,R

590,322496.523,4038521.577,0.330,R

591,322496.682,4038521.239,0.180,R

592,322493.291,4038524.686,0.630,R

593,322489.616,4038528.196,1.200,R

594,322486.782,4038531.327,1.730,R

595,322470.842,4038498.314,0.320,R

596,322468.070,4038500.860,0.680,R

597,322463.197,4038506.006,1.440,R

598,322460.652,4038509.308,1.890,R

599,322460.019,4038509.249,3.070,SA

600,322456.378,4038514.452,2.900,R

601,322450.218,4038522.973,3.760,ESC

602,322449.927,4038533.701,4.010,ESC

603,322447.448,4038529.676,4.010,ESC

604,322441.825,4038527.129,4.030,ESC

605,322439.634,4038528.685,4.650,M

606,322439.339,4038529.130,4.660,M

607,322448.639,4038536.217,4.660,M

608,322448.889,4038535.778,4.690,M

609,322429.595,4038517.288,3.900,KIO

610,322431.574,4038515.013,3.900,KIO

611,322434.289,4038521.147,3.900,KIO

612,322436.475,4038519.489,3.900,T

613,322430.081,4038521.131,3.980,M

614,322430.778,4038514.934,3.900,T

615,322436.952,4038507.390,3.760,T

616,322442.615,4038511.943,3.750,T

617,322439.628,4038502.225,3.160,R

618,322443.949,4038495.614,2.120,R

619,322447.765,4038490.936,1.300,R

620,322451.173,4038487.062,0.830,R

621,322454.912,4038482.140,0.220,R

622,322437.220,4038463.080,0.290,R

623,322432.637,4038467.279,0.710,R

624,322427.598,4038472.796,1.410,R

625,322422.647,4038478.494,2.190,R

626,322418.276,4038484.192,2.910,R

627,322412.187,4038493.223,3.610,R

628,322405.373,4038502.289,4.040,M

629,322402.365,4038499.884,3.880,RAM

630,322403.499,4038498.270,3.900,RAM

631,322393.411,4038490.731,4.270,RAM

632,322390.031,4038485.239,3.810,RAM

633,322383.247,4038482.963,4.060,RAM

634,322389.071,4038475.781,3.440,R

635,322395.736,4038467.220,2.860,R

636,322400.296,4038461.696,2.310,R

637,322406.046,4038455.185,1.440,R

638,322413.568,4038445.782,0.600,R

639,322415.843,4038442.304,0.320,R

640,322398.256,4038428.725,0.290,R

641,322394.736,4038432.207,0.620,R

642,322394.785,4038432.185,0.620,R

643,322389.135,4038438.126,1.150,R

644,322386.243,4038441.508,1.870,R

645,322386.717,4038441.265,2.770,SA

646,322382.340,4038446.698,2.390,R

647,322377.612,4038453.398,2.870,R

648,322371.914,4038461.026,3.200,R

649,322367.852,4038466.451,3.510,R

650,322364.630,4038470.925,3.830,M

651,322373.327,4038475.089,3.870,RAM

652,322382.099,4038484.628,4.790,M

653,322381.833,4038484.957,4.780,M

654,322391.764,4038492.623,4.760,M

655,322392.083,4038492.250,4.750,M

656,322348.352,4038458.569,3.750,M

657,322352.608,4038449.952,3.440,R

658,322357.452,4038442.738,3.130,R

659,322363.988,4038434.144,2.700,R

660,322368.444,4038428.082,1.820,R

661,322372.519,4038421.860,0.850,R

662,322375.578,4038416.422,0.550,R

663,322377.822,4038413.477,0.320,R

664,322363.289,4038402.571,0.240,R

665,322360.519,4038405.955,0.640,R

666,322357.156,4038410.575,0.960,R

667,322354.124,4038414.479,1.550,R

668,322350.774,4038419.842,2.630,R

669,322345.941,4038425.924,3.170,R

670,322340.841,4038432.694,3.620,R

671,322335.281,4038439.754,3.950,R

672,322334.236,4038448.683,4.890,M

673,322334.554,4038448.249,4.890,M

674,322335.420,4038447.412,4.330,ESC

675,322333.284,4038443.055,4.190,ESC

676,322329.146,4038440.395,4.310,ESC

677,322324.988,4038441.540,4.860,M

678,322325.260,4038441.137,4.860,M

679,322307.510,4038427.387,4.320,M

680,322310.577,4038421.891,4.100,R

681,322314.278,4038415.307,3.780,R

682,322317.650,4038410.019,3.540,R

683,322320.894,4038404.826,3.160,R

684,322324.452,4038399.901,2.510,R

685,322327.998,4038395.470,1.830,R

686,322331.780,4038390.817,1.060,R

687,322335.884,4038385.136,0.600,R

688,322336.866,4038383.305,0.390,R

689,322320.581,4038366.727,0.290,R

690,322317.472,4038369.730,0.580,R

691,322313.848,4038373.975,0.950,R

692,322307.125,4038380.198,2.370,R

693,322307.659,4038380.311,3.120,SA

694,322303.399,4038385.172,2.940,R

695,322299.667,4038390.485,3.270,R

696,322295.219,4038396.987,3.630,R

697,322290.071,4038403.681,3.930,R

698,322285.115,4038410.284,4.370,M

699,322277.356,4038404.549,5.010,M

700,322277.041,4038404.932,4.970,M

701,322267.803,4038397.836,4.950,M

702,322268.139,4038397.513,4.950,M

703,322271.845,4038395.963,4.120,ESC

704,322275.796,4038398.062,4.070,ESC

705,322278.042,4038400.940,4.080,ESC

706,322276.182,4038390.465,3.870,R

707,322283.100,4038385.557,3.480,R

708,322287.160,4038378.379,3.170,R

709,322290.999,4038370.973,2.570,R

710,322294.094,4038367.113,1.950,R

711,322297.119,4038362.912,1.100,R

712,322299.008,4038359.973,0.730,R

713,322301.271,4038356.090,0.590,R

714,322303.527,4038352.699,0.310,R

715,322288.623,4038339.225,0.280,R

716,322286.418,4038341.479,0.610,R

717,322283.953,4038345.202,0.590,R

718,322281.131,4038348.344,0.830,R

719,322278.405,4038352.046,1.640,R

720,322274.788,4038356.835,2.630,R

721,322271.591,4038361.420,3.210,R

722,322267.541,4038366.824,3.470,R

723,322264.086,4038372.275,3.630,R

724,322258.959,4038380.465,4.020,R

725,322257.488,4038384.580,4.050,ASEO

726,322255.734,4038386.997,4.050,ASEO

727,322250.976,4038383.542,4.050,ASEO

728,322260.472,4038390.487,4.220,F

729,322262.030,4038391.644,4.190,F

730,322261.863,4038392.397,4.120,M

731,322265.555,4038393.693,4.220,SA

732,322265.137,4038394.120,4.140,R

733,322237.268,4038373.476,3.940,M

734,322220.702,4038360.960,4.950,M

735,322220.296,4038361.418,5.010,M

736,322220.617,4038360.974,4.980,M

737,322210.970,4038353.473,5.000,M

738,322210.341,4038353.696,5.020,M

739,322233.669,4038368.319,4.000,RAM

740,322221.928,4038359.490,4.330,RAM

741,322218.879,4038354.114,4.060,RAM

742,322211.799,4038351.732,4.010,RAM

743,322243.300,4038363.504,3.720,R

744,322249.188,4038355.641,3.400,R

745,322254.079,4038348.895,2.950,R

746,322257.512,4038343.960,2.430,R

747,322260.342,4038339.914,1.820,R

748,322263.323,4038335.833,0.960,R

749,322265.378,4038333.011,0.620,R

750,322267.598,4038329.551,0.580,R

751,322269.378,4038327.032,0.500,R

752,322270.359,4038325.222,0.200,R

753,322249.592,4038310.472,0.200,R

754,322247.254,4038313.126,0.530,R

755,322244.561,4038316.982,0.650,R

756,322241.651,4038320.703,1.200,R

757,322237.821,4038325.807,2.160,R

758,322228.431,4038320.525,2.500,R

759,322228.200,4038320.133,3.260,SA

760,322229.253,4038331.085,2.850,R

761,322225.752,4038338.261,3.300,R

762,322221.238,4038344.129,3.640,R

763,322200.339,4038324.441,3.320,R

764,322203.472,4038319.459,3.300,R

765,322207.577,4038313.245,2.910,R

766,322210.917,4038308.319,2.500,R

767,322213.718,4038304.060,1.820,R

768,322215.906,4038300.545,1.260,R

769,322218.446,4038296.492,0.810,R

770,322221.032,4038292.235,0.580,R

771,322221.975,4038289.620,0.280,R

772,322205.486,4038275.807,0.310,R

773,322202.906,4038279.412,0.630,R

774,322200.419,4038283.387,0.950,R

775,322196.844,4038288.339,1.660,R

776,322192.921,4038294.404,2.590,R

777,322189.293,4038299.614,3.150,R

778,322185.098,4038304.886,3.400,R

779,322181.149,4038310.506,3.490,R

780,322176.978,4038317.317,3.740,R

781,322173.431,4038324.485,4.020,M

782,322163.003,4038316.933,5.160,M

783,322162.640,4038317.328,5.150,M

784,322153.530,4038310.328,5.140,M

785,322153.777,4038309.907,5.140,M

786,322153.616,4038308.239,4.280,ESC

787,322159.026,4038308.992,4.190,ESC

788,322163.790,4038313.770,4.240,ESC

789,322150.951,4038302.638,3.800,CAS

790,322146.150,4038298.913,3.800,CAS

791,322144.186,4038301.405,3.800,CAS

792,322142.593,4038301.056,3.940,M

793,322151.353,4038299.251,3.830,R

794,322157.285,4038294.086,3.610,R

795,322161.827,4038287.079,3.330,R

796,322165.718,4038281.555,3.070,R

797,322169.119,4038276.949,2.480,R

798,322173.515,4038271.271,1.730,R

799,322177.045,4038265.963,0.990,R

800,322179.633,4038261.857,0.660,R

801,322182.472,4038257.851,0.320,R

802,322183.039,4038256.963,0.240,R

803,322160.662,4038241.136,0.330,R

804,322158.372,4038244.086,0.660,R

805,322155.476,4038249.184,0.900,R

806,322152.404,4038253.867,1.610,R

807,322147.582,4038261.233,2.700,R

808,322145.951,4038262.448,2.860,R

809,322146.149,4038263.007,3.650,SA

810,322143.429,4038267.450,3.120,R

811,322140.427,4038272.680,3.240,R

812,322137.621,4038277.001,3.400,R

813,322134.656,4038281.621,3.580,R

814,322131.549,4038285.927,3.740,R

815,322128.589,4038290.177,4.000,M

816,322113.581,4038278.918,4.240,M

817,322105.851,4038273.262,5.050,M

818,322105.544,4038273.676,5.100,M

819,322096.279,4038266.547,5.110,M

820,322096.563,4038266.191,5.090,M

821,322098.651,4038264.452,4.220,ESC

822,322103.335,4038266.103,4.180,ESC

823,322107.001,4038270.913,4.160,ESC

824,322105.782,4038265.192,3.940,R

825,322109.317,4038260.545,3.730,R

826,322113.992,4038253.590,3.430,R

827,322117.520,4038247.510,3.380,R

828,322120.689,4038242.291,2.920,R

829,322123.623,4038238.102,2.410,R

830,322126.849,4038233.170,1.710,R

831,322129.832,4038228.707,1.030,R

832,322132.137,4038225.748,0.630,R

833,322134.564,4038222.539,0.250,R

834,322116.181,4038208.639,0.280,R

835,322113.663,4038210.745,0.670,R

836,322115.281,4038207.451,0.250,R

837,322111.387,4038212.630,0.920,R

838,322107.407,4038218.397,1.720,R

839,322103.106,4038224.676,2.600,R

840,322099.779,4038229.820,3.060,R

841,322096.937,4038234.639,3.310,R

842,322097.437,4038195.468,0.360,R

843,322093.866,4038200.221,0.940,R

844,322090.596,4038205.024,1.620,R

845,322086.272,4038211.093,2.480,R

846,322082.131,4038216.718,3.040,R

847,322077.368,4038224.046,3.500,R

848,322071.894,4038231.506,3.860,R

849,322064.746,4038241.619,4.340,M

850,322078.939,4038252.463,4.360,M

851,322066.750,4038227.059,4.150,H

852,322069.245,4038229.066,4.080,H

853,322064.266,4038230.324,4.190,H

854,322065.203,4038230.224,4.150,SA

855,322064.905,4038230.200,4.180,SA

856,322066.745,4038231.411,4.160,SA

857,322060.627,4038235.813,4.230,RAM

858,322050.395,4038228.233,4.310,RAM

859,322045.769,4038221.911,4.090,RAM

860,322040.010,4038220.503,4.020,RAM

861,322030.200,4038212.691,3.650,RAM

862,322055.708,4038221.694,4.150,R

863,322061.554,4038211.999,3.750,R

864,322062.282,4038212.805,4.200,SA

865,322060.821,4038211.226,4.330,SA

866,322065.315,4038206.060,3.130,R

867,322068.527,4038200.856,2.480,R

868,322071.980,4038195.403,1.750,R

869,322075.120,4038190.497,1.110,R

870,322077.262,4038186.492,0.730,R  
871,322078.866,4038182.553,0.260,R  
872,322066.395,4038173.834,0.210,R  
873,322063.522,4038177.417,0.750,R  
874,322060.588,4038182.801,1.060,R  
875,322055.708,4038190.167,1.780,R  
876,322050.311,4038198.226,2.740,R  
877,322050.088,4038201.132,3.000,R  
878,322050.569,4038201.442,3.740,SA  
879,322050.092,4038206.596,4.260,SA  
880,322050.563,4038206.802,3.540,R  
881,322044.524,4038210.786,4.320,R  
882,322045.295,4038210.336,3.460,H  
883,322042.925,4038209.549,3.350,H  
884,322042.095,4038211.938,3.530,H  
885,322044.458,4038212.735,3.600,H  
886,322042.495,4038214.437,4.330,SA  
887,322042.706,4038213.892,3.760,R  
888,322030.762,4038211.166,3.520,MP  
889,322034.364,4038207.031,3.540,MP  
890,322038.905,4038200.773,2.960,MP  
891,322042.125,4038196.902,2.520,MP  
892,322044.782,4038190.903,2.070,MP  
893,322046.885,4038188.930,1.630,MP  
894,322046.628,4038188.235,1.560,MP  
895,322044.699,4038188.433,1.590,MP  
896,322040.402,4038195.410,2.210,MP

897,322031.840,4038206.982,2.450,MP  
898,322029.196,4038210.684,2.500,MP  
899,322024.818,4038209.294,2.530,MP  
900,322026.537,4038204.224,2.450,MP  
901,322028.523,4038198.000,2.200,MP  
902,322030.212,4038193.174,2.060,MP  
903,322033.659,4038185.383,1.770,MP  
904,322032.474,4038184.490,1.930,MP  
905,322030.810,4038187.821,2.940,MP  
906,322028.013,4038195.216,3.340,MP  
907,322025.616,4038201.906,3.510,MP  
908,322022.479,4038209.171,3.560,MP  
909,322016.120,4038204.289,3.790,M  
910,322018.129,4038200.115,3.650,R  
911,322021.276,4038194.625,3.310,R  
912,322024.759,4038188.743,2.940,R  
913,322027.742,4038183.524,2.500,R  
914,322030.653,4038177.938,1.900,R  
915,322034.180,4038172.044,1.430,R  
916,322037.353,4038167.425,1.010,R  
917,322039.149,4038164.143,0.770,R  
918,322041.923,4038158.896,0.180,R  
919,322025.114,4038148.574,0.200,R  
920,322022.159,4038153.114,0.730,R  
921,322018.225,4038159.361,1.250,R  
922,322013.175,4038166.996,2.080,R  
923,322009.385,4038173.474,2.710,R

924,322005.682,4038179.369,3.120,R

925,322001.145,4038185.719,3.670,R

926,321998.002,4038190.547,4.050,M

927,321991.913,4038181.887,3.900,ESC

928,321987.879,4038177.927,3.850,ESC

929,321984.337,4038176.916,3.880,ESC

930,321982.248,4038178.558,4.550,M

931,321981.931,4038179.006,4.740,M

932,321991.123,4038186.062,4.810,M

933,321991.569,4038185.720,4.600,M

934,321973.827,4038171.935,3.780,M

935,321978.287,4038166.440,3.330,R

936,321982.032,4038161.270,3.000,R

937,321986.742,4038155.744,2.520,R

938,321992.073,4038148.677,1.770,R

939,321992.561,4038148.314,2.890,SA

940,321994.021,4038145.058,1.310,R

941,321996.643,4038141.034,0.990,R

942,321999.303,4038136.764,0.590,R

943,322001.467,4038132.908,0.170,R

944,321984.008,4038121.044,0.270,R

945,321981.719,4038124.037,0.640,R

946,321978.747,4038128.810,0.960,R

947,321973.952,4038135.790,1.460,R

948,321969.513,4038142.454,2.110,R

949,321965.727,4038148.159,2.580,R

950,321962.194,4038153.138,2.960,R

951,321957.544,4038159.510,3.510,M

952,321945.195,4038150.165,3.400,M

953,321946.596,4038147.607,2.850,H

954,321946.812,4038147.582,2.730,H

955,321946.899,4038148.353,2.510,H

956,321946.636,4038148.599,3.220,H

957,321948.193,4038149.759,3.130,H

958,321948.375,4038149.498,2.620,H

959,321950.654,4038149.026,2.920,CT.PT

960,321949.192,4038147.332,2.650,R

961,321943.654,4038149.228,3.250,AA

962,321944.706,4038150.612,3.790,M

963,321940.839,4038148.682,3.240,AA

964,321937.942,4038147.950,3.330,AA

965,321936.381,4038147.910,3.480,AA

966,321936.367,4038148.270,3.020,T

967,321951.094,4038142.983,2.520,R

968,321954.304,4038137.949,2.280,R

969,321957.641,4038132.266,1.940,R

970,321961.067,4038126.807,1.310,R

971,321963.925,4038122.183,1.010,R

972,321966.621,4038118.053,0.890,R

973,321968.727,4038115.246,0.650,R

974,321970.671,4038112.165,0.200,R

975,321954.944,4038102.455,0.140,R

976,321952.728,4038105.786,0.630,R

977,321950.474,4038110.185,0.870,R

978,321947.753,4038114.601,1.070,R

979,321945.194,4038118.863,1.470,R

980,321941.534,4038124.962,2.190,R

981,321938.517,4038129.868,2.710,R

982,321935.088,4038135.447,2.930,R

983,321918.608,4038132.844,3.110,R

984,321921.443,4038127.581,2.970,R

985,321925.401,4038120.737,2.580,R

986,321928.587,4038115.130,2.060,R

987,321931.766,4038109.404,1.300,R

988,321935.292,4038103.611,0.840,R

989,321937.844,4038099.221,0.740,R

990,321940.450,4038094.614,0.120,R

991,321924.426,4038084.713,0.150,R

992,321922.030,4038087.687,0.580,R

993,321918.517,4038094.013,0.780,R

994,321917.315,4038093.850,1.950,SA

995,321916.356,4038094.528,1.850,SA

996,321914.524,4038099.275,1.160,M

997,321911.411,4038104.385,2.010,R

998,321907.133,4038111.456,2.820,R

999,321902.883,4038118.321,3.070,R

1000,321899.789,4038123.204,3.080,R

1001,321886.198,4038115.328,2.940,R

1002,321881.272,4038112.142,3.050,SALVAMENTO

1003,321879.707,4038114.687,3.050,SALVAMENTO

1004,321874.428,4038111.533,3.050,SALVAMENTO

1005,321874.806,4038113.256,3.050,R

1006,321879.678,4038115.520,3.020,R

1007,321882.932,4038112.422,3.090,R

1008,321889.408,4038102.480,2.910,R

1009,321893.796,4038096.395,2.330,R

1010,321897.317,4038091.389,1.560,R

1011,321899.628,4038088.107,1.060,R

1012,321902.070,4038084.266,0.740,R

1013,321904.100,4038080.764,0.780,R

1014,321905.813,4038077.855,0.690,R

1015,321907.903,4038074.638,0.200,R

1016,321895.233,4038065.692,0.190,R

1017,321892.746,4038068.248,0.810,R

1018,321890.792,4038071.703,0.790,R

1019,321888.872,4038075.255,0.600,PT

1020,321882.892,4038086.322,2.120,CT

1021,321879.209,4038092.107,2.600,R

1022,321875.953,4038098.033,2.900,R

1023,321871.740,4038105.706,2.900,R

1024,321867.953,4038111.684,2.900,R

1025,321865.221,4038116.473,2.660,R

1026,321855.225,4038108.510,2.750,R

1027,321859.374,4038102.006,3.080,R

1028,321863.957,4038095.002,3.100,R

1029,321868.260,4038088.587,2.710,R

1030,321872.156,4038081.693,2.450,R

1031,321874.316,4038077.842,2.240,CT

1032,321880.080,4038069.204,0.610,PT

1033,321882.549,4038065.771,0.800,R

1034,321885.153,4038062.497,0.720,R

1035,321886.500,4038059.824,0.260,R

1036,321874.904,4038049.645,0.170,R

1037,321872.590,4038051.810,0.750,R

1038,321870.279,4038055.537,0.800,R

1039,321867.859,4038059.411,0.580,PT

1040,321862.050,4038067.154,2.460,CT

1041,321857.887,4038071.598,2.520,R

1042,321847.191,4038065.377,2.670,R

1043,321850.263,4038057.733,2.580,CT

1044,321854.642,4038050.890,0.680,PT

1045,321857.226,4038046.828,0.680,R

1046,321859.309,4038043.433,0.570,R

1047,321861.656,4038039.819,0.140,R

1048,321850.950,4038032.562,0.170,R

1049,321849.192,4038035.213,0.640,R

1050,321847.458,4038038.466,0.740,R

1051,321845.204,4038042.609,0.520,PT

1052,321841.668,4038049.236,1.320,ROT

1053,321841.493,4038052.188,2.060,CT

1054,321842.527,4038052.934,3.380,SA

1055,321829.886,4038052.083,2.370,CT.PT

1056,321832.271,4038054.237,2.420,PT

1057,321836.780,4038059.400,2.730,PT

1058,321834.518,4038061.245,3.350,CT

1059,321825.778,4038048.125,2.240,R

1060,321832.201,4038040.284,1.000,R

1061,321833.194,4038039.765,2.190,SA

1062,321834.040,4038036.980,0.540,PT

1063,321836.942,4038032.413,0.640,R

1064,321839.207,4038028.807,0.670,R

1065,321841.074,4038026.333,0.180,R

1066,321825.172,4038014.725,0.190,R

1067,321822.763,4038018.294,0.730,R

1068,321818.762,4038022.856,0.390,PT

1069,321814.275,4038028.644,1.130,R

1070,321809.569,4038035.794,2.510,ROT

1071,321795.281,4038024.744,2.610,ROT

1072,321798.458,4038019.434,1.390,R

1073,321800.836,4038013.613,0.480,PT

1074,321803.815,4038009.442,0.710,R

1075,321806.784,4038004.710,0.560,R

1076,321808.753,4038002.157,0.110,R

1077,321799.728,4037995.083,0.090,R

1078,321795.648,4037999.151,0.670,R

1079,321791.397,4038004.822,0.590,PT

1080,321782.685,4038014.555,2.610,ROT

1081,321780.308,4038021.461,4.770,CT

1082,321778.573,4038024.260,5.270,R

1083,321776.055,4038028.313,5.780,R

1084,321771.868,4038034.587,5.780,R

1085,321767.859,4038039.810,5.430,R

1086,321763.626,4038044.913,5.220,R

1087,321775.992,4038055.245,5.370,R

1088,321779.506,4038050.877,5.700,R

1089,321783.169,4038046.945,5.810,R

1090,321787.680,4038041.297,5.830,R

1091,321795.441,4038034.194,5.430,CT

1092,321803.489,4038042.939,5.330,CT

1093,321801.775,4038045.338,5.410,R

1094,321799.138,4038050.196,5.470,R

1095,321795.216,4038055.720,5.440,R

1096,321791.366,4038060.906,5.200,R

1097,321786.784,4038067.453,4.970,R

1098,321785.754,4038072.855,4.840,R

1099,321784.983,4038084.478,4.950,R

1100,321788.663,4038080.674,4.770,R

1101,321793.418,4038075.156,4.810,R

1102,321798.101,4038069.995,4.840,R

1103,321802.736,4038064.460,5.060,R

1104,321807.453,4038058.752,5.130,R

1105,321811.731,4038053.601,5.130,R

1106,321814.410,4038050.855,4.880,CT

1107,321819.339,4038056.334,4.900,CT

1108,321816.644,4038060.234,5.200,R

1109,321813.302,4038064.732,4.910,R

1110,321809.190,4038070.031,4.860,R

1111,321805.769,4038074.811,4.800,R

1112,321801.532,4038080.003,4.830,R

1113,321797.332,4038084.718,4.700,R

1114,321794.548,4038089.655,4.760,R

1115,321797.967,4038098.746,4.170,R

1116,321801.878,4038092.814,4.520,R

1117,321806.655,4038087.677,4.730,R

1118,321811.399,4038082.130,4.770,R

1119,321815.991,4038076.493,4.540,R

1120,321820.419,4038070.977,4.340,R

1121,321824.970,4038065.025,4.410,R

1122,321826.926,4038059.133,3.910,CT

1123,321834.482,4038060.835,3.290,CT

1124,321832.516,4038066.187,3.660,R

1125,321828.900,4038072.486,4.010,R

1126,321825.357,4038077.685,3.960,R

1127,321821.632,4038083.556,3.870,R

1128,321817.470,4038089.155,4.280,R

1129,321813.774,4038094.480,4.290,CT

1130,321817.834,4038095.776,4.000,CT

1131,321819.239,4038098.665,3.310,PM

1132,321819.290,4038098.712,3.260,PT.CT

1133,321815.035,4038098.008,3.020,PT

1134,321808.545,4038097.367,3.200,PT

1135,321804.914,4038098.329,3.350,PT

1136,321803.520,4038101.199,3.460,PT.CT

1137,321802.015,4038098.525,3.960,CT

1138,321801.679,4038096.007,4.360,CT

1139,321804.512,4038094.031,4.420,CT

1140,321812.084,4038106.407,3.080,R  
1141,321819.533,4038111.602,3.000,R  
1142,321825.123,4038106.597,3.050,R  
1143,321832.061,4038097.924,3.070,R  
1144,321841.815,4038102.599,2.810,R  
1145,321835.624,4038111.280,2.760,R  
1146,321837.755,4038117.265,2.790,R  
1147,321841.141,4038111.512,2.540,R  
1148,321846.328,4038106.859,2.720,R  
1149,321849.670,4038096.185,2.960,R  
1150,321845.683,4038089.913,3.130,R  
1151,321840.200,4038081.252,3.410,R  
1152,321845.636,4038077.221,2.700,KIO  
1153,321850.044,4038073.608,2.700,KIO  
1154,321850.481,4038074.322,2.700,KIO  
1155,321853.001,4038072.248,2.700,KIO  
1156,321856.364,4038076.276,2.700,KIO  
1157,321853.624,4038078.564,2.700,KIO  
1158,321854.126,4038078.970,2.700,KIO  
1159,321857.448,4038076.466,2.660,R  
1160,321853.279,4038071.065,2.680,R  
1161,321848.853,4038071.214,2.640,R  
1162,321844.680,4038073.196,2.700,KIO  
1163,321847.289,4038070.645,2.700,KIO  
1164,321845.236,4038068.150,2.700,KIO  
1165,321843.408,4038065.326,2.700,KIO  
1166,321839.725,4038060.691,2.700,ASEO

1167,321837.731,4038062.289,2.700,ASEO  
1168,321860.231,4038089.869,2.990,KIO  
1169,321862.664,4038091.988,2.990,KIO  
1170,321857.099,4038092.930,2.990,KIO  
1171,321861.886,4038089.633,2.990,R  
1172,321867.949,4038118.751,2.690,R  
1173,321871.798,4038114.325,2.900,M  
1174,321869.251,4038119.221,2.700,M  
1175,321871.977,4038113.668,2.920,R  
1176,321883.575,4038120.289,2.920,R  
1177,321883.261,4038121.004,2.900,M  
1178,321887.002,4038121.106,2.970,ENT  
1179,321888.043,4038121.724,2.990,ENT  
1180,321899.645,4038130.525,3.100,M  
1181,321902.389,4038127.093,3.100,T  
1182,321916.860,4038133.862,3.290,T2  
1183,321937.113,4038146.429,3.230,T2  
1184,320341.527,4036978.434,1.640,CT  
1185,320347.896,4036981.248,1.670,R  
1186,320355.049,4036984.624,2.230,MAD  
1187,320358.111,4036978.317,1.720,MAD  
1188,320355.709,4036976.052,1.540,R  
1189,320351.531,4036972.413,1.340,R  
1190,320348.030,4036968.216,1.420,CT  
1191,320345.557,4036965.025,0.310,PT  
1192,320348.976,4036965.515,1.170,R  
1193,320348.840,4036964.982,2.130,SA

1194,320356.632,4036959.039,1.570,CT

1195,320359.162,4036961.524,1.530,R

1196,320364.077,4036964.646,1.640,R

1197,320370.398,4036969.341,2.090,R

1198,320373.615,4036973.138,2.360,MAD

1199,320386.844,4036969.621,2.900,MAD

1200,320385.043,4036966.504,2.550,R

1201,320380.683,4036961.204,1.960,R

1202,320375.535,4036956.208,1.910,R

1203,320369.168,4036950.865,1.780,R

1204,320364.609,4036945.229,1.930,CT

1205,320365.476,4036933.427,1.770,CT.PT

1206,320369.636,4036928.214,1.580,R

1207,320374.484,4036922.853,1.300,B

1208,320377.803,4036919.761,0.910,R

1209,320379.350,4036918.173,0.780,PT

1210,320382.216,4036914.651,0.900,R

1211,320386.413,4036910.573,0.260,R

1212,320387.519,4036909.437,-0.030,R

1213,320376.925,4036897.853,0.090,R

1214,320374.840,4036899.622,0.610,R

1215,320372.019,4036901.770,0.760,R

1216,320368.803,4036905.081,0.630,PT

1217,320363.425,4036911.371,1.090,CT.B

1218,320359.859,4036916.364,1.160,R

1219,320357.025,4036920.787,1.000,R

1220,320352.209,4036927.771,0.670,CT

1221,320352.625,4036930.555,0.680,CT

1222,320354.132,4036933.016,0.670,CT

1223,320356.080,4036934.879,0.670,CT

1224,320358.105,4036938.344,0.780,PT.CT

1225,320360.171,4036935.095,1.270,PT

1226,320355.264,4036937.244,0.220,PT

1227,320355.310,4036938.528,0.250,PT

1228,320353.778,4036934.660,0.180,PT

1229,320351.234,4036931.721,0.170,PT

1230,320350.702,4036928.137,0.150,PT

1231,320351.691,4036927.144,0.630,CT

1232,320348.938,4036924.009,0.660,CT

1233,320347.812,4036925.188,0.210,PT

1234,320344.155,4036922.089,0.290,PT

1235,320344.403,4036921.060,0.630,CT

1236,320341.288,4036917.172,0.630,CT

1237,320340.023,4036917.710,0.200,PT

1238,320337.786,4036907.555,0.220,PT

1239,320338.417,4036907.225,0.560,CT

1240,320336.538,4036904.539,0.600,CT

1241,320335.888,4036905.303,0.270,PT

1242,320339.577,4036900.499,0.730,R

1243,320345.673,4036894.224,0.710,R

1244,320352.971,4036886.587,0.360,CT.PT

1245,320355.057,4036884.198,0.470,R

1246,320358.480,4036880.693,0.630,R

1247,320360.420,4036878.720,0.120,R

1248,320393.368,4036916.443,0.090,R

1249,320391.629,4036918.826,0.480,R

1250,320389.692,4036921.775,0.790,R

1251,320387.019,4036925.214,0.830,PT

1252,320382.942,4036930.572,1.300,CT,B

1253,320382.919,4036930.680,1.300,B

1254,320382.219,4036932.210,1.440,R

1255,320381.937,4036931.878,2.330,SA

1256,320379.590,4036935.832,1.920,CT

1257,320375.625,4036939.617,2.010,R

1258,320371.143,4036945.629,1.920,R

1259,320381.224,4036954.287,2.030,R

1260,320386.424,4036948.745,2.170,R

1261,320389.846,4036945.207,2.060,CT

1262,320393.704,4036941.121,1.290,B

1263,320396.892,4036937.324,0.880,PT

1264,320399.749,4036934.209,0.730,R

1265,320402.541,4036930.945,0.510,R

1266,320405.181,4036927.661,0.010,R

1267,320416.827,4036936.191,-0.010,R

1268,320415.523,4036938.557,0.550,R

1269,320414.067,4036941.346,0.720,R

1270,320410.801,4036946.258,0.720,PT

1271,320407.098,4036950.533,1.210,B

1272,320404.292,4036954.129,2.170,CT

1273,320398.638,4036960.507,2.420,R

1274,320400.394,4036966.580,2.980,MAD

1275,320402.259,4036966.551,3.010,MAD

1276,320406.759,4036968.120,3.110,MAD

1277,320409.478,4036966.729,2.540,R

1278,320414.954,4036960.199,1.950,CT

1279,320418.110,4036955.731,0.970,B

1280,320419.945,4036953.073,0.710,PT

1281,320421.615,4036950.177,0.580,R

1282,320423.291,4036947.279,0.800,R

1283,320424.444,4036945.493,0.470,R

1284,320426.818,4036941.713,0.040,R

1285,320435.541,4036943.164,0.020,MP

1286,320432.814,4036947.379,0.470,MP

1287,320430.922,4036949.794,0.720,MP

1288,320426.274,4036954.755,0.510,MP.PT

1289,320425.076,4036958.047,0.930,B

1290,320422.480,4036961.535,1.670,CT

1291,320428.391,4036961.507,1.540,CT.MP

1292,320425.482,4036965.035,1.850,R

1293,320420.861,4036969.624,2.170,R

1294,320415.981,4036974.102,2.610,R

1295,320414.821,4036975.938,3.120,MAD

1296,320418.494,4036979.568,3.120,MAD

1297,320430.248,4036994.692,3.300,MAD

1298,320432.338,4036992.639,2.690,R

1299,320437.396,4036987.398,2.470,R

1300,320440.800,4036983.766,2.250,R

1301,320444.563,4036979.478,2.110,R

1302,320451.781,4036972.744,1.850,R

1303,320457.520,4036967.573,1.420,R

1304,320461.246,4036963.923,1.110,R

1305,320465.661,4036959.176,0.580,R

1306,320467.897,4036956.878,0.520,R

1307,320470.258,4036954.430,0.070,R

1308,320451.907,4036936.346,-0.010,MP

1309,320451.213,4036938.776,0.550,MP

1310,320447.159,4036943.577,0.900,MP

1311,320443.816,4036946.013,1.050,MP

1312,320437.299,4036948.743,1.100,MP

1313,320432.745,4036955.802,1.170,MP

1314,320432.897,4036956.468,1.210,B

1315,320445.307,4036965.619,1.750,B

1316,320452.551,4036970.622,1.710,B

1317,320486.936,4036970.742,-0.010,MP

1318,320489.757,4036975.866,-0.070,MP

1319,320484.892,4036979.810,0.750,MP

1320,320480.839,4036976.055,0.690,MP

1321,320476.455,4036982.489,1.130,MP

1322,320478.103,4036985.876,1.210,MP

1323,320474.693,4036987.544,1.430,R

1324,320470.936,4036990.483,1.700,B

1325,320464.571,4036996.469,2.190,R

1326,320458.936,4037001.819,2.410,R

1327,320452.404,4037011.388,2.620,R

1328,320452.490,4037011.899,2.880,SA

1329,320449.641,4037012.264,2.550,R

1330,320443.934,4037017.340,2.700,R

1331,320442.238,4037009.502,2.720,R

1332,320439.611,4037010.680,3.640,MAD

1333,320440.650,4037014.998,3.650,MAD

1334,320443.200,4037021.572,3.480,MAD

1335,320444.588,4037023.632,3.570,MAD

1336,320449.835,4037028.266,3.520,MAD

1337,320451.253,4037026.747,2.730,R

1338,320457.455,4037033.438,3.430,MAD

1339,320458.606,4037031.952,2.710,R

1340,320465.005,4037025.474,2.530,R

1341,320472.199,4037018.222,2.590,R

1342,320477.993,4037012.198,2.440,R

1343,320482.093,4037008.035,2.160,R

1344,320486.332,4037003.959,1.640,B

1345,320491.194,4036999.973,1.130,R

1346,320495.293,4036996.361,1.000,R

1347,320499.628,4036992.337,0.470,R

1348,320501.589,4036990.257,0.110,R

1349,320510.963,4037001.251,0.090,R

1350,320508.380,4037003.047,0.410,R

1351,320505.463,4037005.708,0.790,R

1352,320503.684,4037007.212,0.980,R

1353,320500.435,4037010.055,1.050,R

1354,320494.696,4037014.495,1.670,B

1355,320491.088,4037017.728,2.240,R

1356,320486.300,4037021.702,2.480,R

1357,320478.934,4037028.367,2.600,R

1358,320474.411,4037032.489,2.510,R

1359,320468.198,4037038.222,2.700,R

1360,320466.726,4037040.805,3.810,MAD

1361,320482.510,4037057.578,4.140,MAD

1362,320484.464,4037054.058,2.640,R

1363,320488.697,4037049.241,2.520,R

1364,320494.441,4037044.058,2.600,R

1365,320498.945,4037039.229,2.410,R

1366,320505.029,4037033.150,2.150,R

1367,320509.182,4037029.562,1.730,B

1368,320511.660,4037027.469,1.590,MP

1369,320510.331,4037023.715,1.240,MP

1370,320513.052,4037019.547,0.950,MP

1371,320516.810,4037016.954,0.630,MP

1372,320520.175,4037014.297,0.330,MP

1373,320521.129,4037013.359,0.040,MP

1374,320525.946,4037021.551,-0.030,MP

1375,320523.849,4037023.371,0.420,MP

1376,320518.191,4037026.457,1.390,MP

1377,320514.839,4037028.781,1.520,MP

1378,320519.081,4037027.562,1.290,B

1379,320534.139,4037031.816,0.060,R

1380,320532.024,4037033.527,0.320,R

1381,320527.556,4037037.690,0.900,B

1382,320522.868,4037041.744,1.370,B

1383,320518.389,4037045.611,1.990,R

1384,320515.212,4037048.611,2.460,R

1385,320509.781,4037053.586,2.590,R

1386,320503.606,4037059.298,2.730,R

1387,320498.408,4037064.376,2.710,R

1388,320493.400,4037068.750,2.940,R

1389,320492.111,4037070.629,3.470,MAD

1390,320509.658,4037088.464,3.510,MAD

1391,320513.401,4037083.750,3.020,MAD

1392,320495.171,4037074.036,3.570,MAD

1393,320517.527,4037078.094,2.680,R

1394,320525.187,4037070.885,2.570,R

1395,320529.765,4037067.260,2.170,R

1396,320536.188,4037060.992,1.480,R

1397,320539.254,4037058.439,1.160,B

1398,320541.579,4037056.287,0.960,B

1399,320544.042,4037054.046,0.610,R

1400,320546.801,4037051.666,0.340,R

1401,320548.021,4037050.553,0.150,R

1402,320556.167,4037058.309,0.160,MP

1403,320552.003,4037063.459,0.930,MP

1404,320548.129,4037064.901,0.970,MP

1405,320545.430,4037068.051,1.240,MP

1406,320543.483,4037077.631,1.830,MP

1407,320544.037,4037078.139,1.850,MP

1408,320551.083,4037072.080,1.240,MP

1409,320553.547,4037072.293,1.050,MP

1410,320557.847,4037068.617,0.690,MP

1411,320560.875,4037065.805,0.080,MP

1412,320553.299,4037074.106,1.180,B

1413,320541.300,4037081.435,2.210,R

1414,320537.571,4037085.517,2.690,R

1415,320531.623,4037093.303,2.770,T

1416,320538.576,4037097.422,2.870,T

1417,320545.121,4037103.879,3.070,T

1418,320548.712,4037099.979,2.870,R

1419,320552.035,4037096.339,2.670,R

1420,320556.318,4037091.871,2.130,R

1421,320560.150,4037087.408,1.470,R

1422,320562.535,4037085.102,1.210,B

1423,320565.104,4037082.164,1.080,R

1424,320567.506,4037079.248,0.720,R

1425,320569.776,4037076.659,0.350,R

1426,320571.045,4037075.439,0.040,R

1427,320587.195,4037086.747,0.060,R

1428,320584.447,4037090.109,0.440,R

1429,320581.338,4037094.503,0.880,R

1430,320577.655,4037098.610,1.130,R

1431,320575.648,4037101.350,1.390,B

1432,320572.599,4037104.855,1.740,R

1433,320568.839,4037109.348,2.260,R

1434,320565.425,4037112.936,2.620,R

1435,320561.879,4037116.843,2.900,R

1436,320557.596,4037116.683,3.180,M

1437,320559.527,4037119.293,3.370,M

1438,320560.119,4037120.977,3.400,M

1439,320560.673,4037121.843,3.490,M

1440,320565.030,4037125.951,3.080,M

1441,320573.028,4037133.905,2.960,M

1442,320576.164,4037129.804,2.760,R

1443,320579.997,4037124.823,2.340,R

1444,320583.724,4037120.063,1.890,R

1445,320586.845,4037115.882,1.500,R

1446,320590.302,4037111.408,1.120,R

1447,320592.948,4037108.010,0.880,B

1448,320596.260,4037104.210,0.720,R

1449,320598.686,4037101.285,0.840,R

1450,320600.882,4037098.579,0.450,R

1451,320603.843,4037094.866,0.380,R

1452,320604.381,4037093.959,0.070,R

1453,320612.435,4037094.877,-0.020,MP

1454,320609.973,4037097.522,0.360,MP

1455,320606.766,4037099.838,0.530,MP

1456,320606.420,4037102.729,0.800,MP

1457,320607.208,4037105.057,0.920,MP

1458,320613.799,4037106.519,0.760,MP

1459,320617.272,4037104.257,0.570,MP

1460,320618.503,4037103.316,0.570,MP

1461,320620.403,4037102.207,-0.010,MP

1462,320603.557,4037108.308,0.980,MP

1463,320602.134,4037107.810,0.810,MP

1464,320598.519,4037112.317,0.930,MP

1465,320598.733,4037112.770,1.000,MP

1466,320597.304,4037114.286,1.070,B

1467,320594.204,4037119.010,1.420,R

1468,320590.573,4037124.705,1.920,R

1469,320586.255,4037130.616,2.470,R

1470,320585.810,4037130.894,2.790,SA

1471,320585.479,4037137.371,2.780,M

1472,320586.885,4037145.295,3.000,M

1473,320584.086,4037151.728,3.370,M.AL

1474,320583.884,4037152.694,3.320,M.AL

1475,320588.910,4037157.631,3.440,M

1476,320593.050,4037153.916,3.080,R

1477,320596.541,4037150.208,2.850,R

1478,320601.706,4037145.218,2.640,R

1479,320605.594,4037141.148,2.510,R

1480,320611.131,4037136.507,2.150,R

1481,320614.351,4037133.188,1.990,R

1482,320617.952,4037130.082,1.720,B

1483,320621.458,4037126.951,1.220,R

1484,320624.273,4037124.453,1.080,CT

1485,320626.716,4037122.540,0.560,R

1486,320629.220,4037120.594,0.400,R

1487,320630.021,4037119.881,0.120,R

1488,320640.249,4037132.514,0.040,R

1489,320637.697,4037134.754,0.540,R

1490,320634.878,4037138.027,1.050,CT

1491,320631.120,4037142.381,1.240,B

1492,320626.970,4037146.938,1.850,R

1493,320622.192,4037152.005,2.400,R

1494,320618.024,4037156.960,2.740,R

1495,320614.425,4037161.186,2.850,R

1496,320609.514,4037166.403,3.060,R

1497,320605.484,4037170.493,3.330,R

1498,320596.789,4037165.221,3.610,M

1499,320606.217,4037180.163,3.960,M

1500,320606.744,4037179.476,3.680,R

1501,320610.005,4037180.016,3.300,T

1502,320617.217,4037186.468,3.160,T

1503,320619.542,4037188.864,3.110,T

1504,320617.554,4037190.168,3.150,M

1505,320624.577,4037196.437,3.080,M

1506,320625.368,4037194.101,3.080,T

1507,320628.474,4037190.260,2.980,R

1508,320632.449,4037185.813,2.800,R

1509,320637.643,4037180.237,2.740,R

1510,320640.977,4037176.274,2.540,R

1511,320645.293,4037171.881,2.030,R

1512,320648.561,4037168.562,1.680,R

1513,320651.287,4037165.552,1.300,B

1514,320656.210,4037159.694,1.020,CT

1515,320658.190,4037157.938,0.590,R

1516,320661.014,4037155.469,0.350,R

1517,320661.698,4037154.570,0.080,R

1518,320677.390,4037168.585,0.120,R

1519,320675.393,4037171.167,0.490,R

1520,320672.627,4037174.685,0.990,CT

1521,320670.843,4037177.123,0.960,R

1522,320668.105,4037180.673,1.320,B

1523,320665.526,4037183.759,1.780,R

1524,320661.616,4037188.560,2.310,R

1525,320657.860,4037193.653,2.630,R

1526,320652.581,4037199.905,2.700,R

1527,320647.311,4037206.343,2.860,R

1528,320631.700,4037199.473,3.090,T

1529,320638.658,4037206.052,3.100,T

1530,320639.621,4037207.003,3.100,T

1531,320646.252,4037213.059,3.120,T

1532,320645.809,4037216.106,3.170,M

1533,320658.974,4037228.596,4.020,M

1534,320659.548,4037228.592,4.020,M.AL

1535,320662.398,4037225.274,3.580,M

1536,320665.366,4037221.359,3.020,R

1537,320664.579,4037223.617,3.340,T

1538,320669.549,4037217.060,2.660,R

1539,320673.386,4037212.327,2.440,R

1540,320678.295,4037206.929,2.200,R

1541,320681.987,4037201.930,1.730,R

1542,320686.708,4037196.564,1.230,R

1543,320689.369,4037193.011,0.950,B

1544,320692.768,4037188.249,0.860,CT

1545,320694.584,4037185.494,0.600,R

1546,320696.538,4037182.433,0.340,R

1547,320696.757,4037181.981,0.370,R

1548,320697.135,4037181.345,0.070,R

1549,320705.983,4037183.701,0.050,R

1550,320705.447,4037184.521,0.410,R

1551,320704.721,4037187.044,0.410,R

1552,320703.649,4037189.924,0.870,CT

1553,320710.249,4037191.205,0.800,CT.MP

1554,320712.067,4037189.202,0.490,MP

1555,320714.389,4037186.212,0.340,MP

1556,320714.659,4037185.566,0.140,MP

1557,320707.998,4037193.798,0.710,MP

1558,320704.483,4037197.626,0.680,MP

1559,320703.383,4037200.462,0.860,MP

1560,320703.433,4037200.703,0.870,B

1561,320704.260,4037205.271,1.210,MP

1562,320707.368,4037203.891,1.260,MP

1563,320709.580,4037199.724,1.460,MP

1564,320709.663,4037199.535,1.470,B

1565,320713.261,4037196.850,1.260,MP

1566,320714.759,4037196.629,1.200,MP

1567,320718.281,4037194.493,0.900,MP

1568,320722.004,4037191.272,0.720,MP

1569,320722.427,4037190.894,0.730,CT

1570,320724.982,4037188.836,0.460,MP

1571,320726.629,4037188.256,-0.120,MP

1572,320729.303,4037195.280,0.170,R

1573,320727.805,4037195.998,0.560,R

1574,320726.417,4037197.088,0.850,CT

1575,320700.774,4037209.576,1.550,R

1576,320694.315,4037216.486,2.140,R

1577,320686.079,4037225.561,2.500,R

1578,320682.059,4037230.832,2.910,R

1579,320678.568,4037235.176,3.440,T

1580,320674.335,4037234.917,3.610,M.PER

1581,320675.815,4037236.076,3.620,M.PER

1582,320690.100,4037244.598,3.350,T

1583,320688.926,4037246.742,3.580,M

1584,320686.809,4037249.345,4.010,M.AL

1585,320686.965,4037251.356,4.090,M

1586,320692.974,4037245.545,3.070,R

1587,320697.868,4037240.363,2.480,R

1588,320703.762,4037233.870,2.370,R

1589,320709.059,4037227.561,2.380,R

1590,320715.342,4037221.656,2.320,R

1591,320721.567,4037215.785,1.650,B

1592,320726.687,4037211.051,1.190,R

1593,320729.143,4037208.812,0.860,R

1594,320731.370,4037206.227,0.810,R

1595,320731.211,4037206.398,0.880,CT

1596,320734.368,4037203.774,0.440,R

1597,320735.285,4037202.768,0.130,R

1598,320745.180,4037212.683,0.090,R

1599,320743.960,4037214.211,0.440,R

1600,320741.622,4037217.112,0.840,CT

1601,320739.043,4037220.272,1.090,R

1602,320735.252,4037224.879,1.520,R

1603,320727.896,4037232.421,2.570,ROT

1604,320723.344,4037238.834,2.730,R

1605,320718.264,4037245.319,2.580,R

1606,320712.319,4037252.767,2.620,R

1607,320708.971,4037257.443,2.790,R

1608,320706.047,4037261.566,3.270,R

1609,320705.803,4037266.581,3.960,M

1610,320716.693,4037273.839,3.630,M

1611,320719.081,4037270.125,3.030,R

1612,320721.812,4037265.914,2.930,R

1613,320722.344,4037265.663,3.370,SA

1614,320725.956,4037260.684,2.680,R

1615,320730.879,4037253.917,2.740,R

1616,320734.889,4037248.432,2.890,R

1617,320737.745,4037245.052,2.830,ROT

1618,320741.336,4037240.559,2.120,R

1619,320746.094,4037235.195,1.440,R

1620,320748.379,4037232.586,1.100,R

1621,320751.911,4037228.267,0.980,CT

1622,320753.775,4037226.507,0.610,R

1623,320755.520,4037224.383,0.360,R

1624,320756.456,4037223.344,0.150,R

1625,320769.793,4037234.058,0.090,R

1626,320768.203,4037235.820,0.560,R

1627,320766.207,4037238.710,0.870,CT

1628,320763.182,4037242.823,1.040,B

1629,320761.204,4037245.227,1.230,R

1630,320757.613,4037250.388,1.870,R

1631,320753.973,4037255.501,2.650,ROT

1632,320750.331,4037261.017,2.790,R

1633,320745.902,4037268.535,2.690,R

1634,320741.264,4037275.713,2.550,R

1635,320737.394,4037282.035,2.760,R

1636,320739.905,4037289.353,2.980,M

1637,320736.321,4037295.726,3.320,M

1638,320739.005,4037297.241,3.510,M

1639,320738.923,4037294.621,3.340,SA

1640,320740.306,4037289.966,3.110,ESC

1641,320740.475,4037289.714,2.980,ESC

1642,320741.563,4037290.356,2.980,ESC

1643,320741.608,4037290.678,3.110,ESC

1644,320741.815,4037288.544,2.910,SA

1645,320740.778,4037287.403,2.760,H

1646,320743.643,4037288.985,2.850,M

1647,320745.827,4037287.578,2.630,M.PER

1648,320749.173,4037292.125,2.600,M

1649,320752.827,4037286.593,2.480,R

1650,320757.201,4037280.446,2.550,R

1651,320761.159,4037274.322,2.670,R

1652,320763.828,4037270.426,2.700,R

1653,320766.734,4037266.011,2.720,ROT

1654,320770.350,4037261.385,2.040,R

1655,320773.195,4037257.337,1.500,R

1656,320776.139,4037253.639,1.010,B

1657,320778.583,4037250.376,0.950,CT

1658,320780.666,4037247.770,0.610,R

1659,320782.589,4037245.300,0.390,R

1660,320783.449,4037243.941,0.060,R

1661,320796.785,4037253.689,0.210,R

1662,320796.021,4037255.017,0.490,R

1663,320793.135,4037259.900,0.970,CT

1664,320791.314,4037262.422,0.970,B

1665,320788.896,4037265.748,1.350,R

1666,320786.160,4037270.139,1.870,R

1667,320783.341,4037274.140,2.310,ROT

1668,320780.016,4037279.063,2.580,R

1669,320775.528,4037286.008,2.420,R

1670,320770.907,4037292.780,2.380,R

1671,320767.966,4037297.683,2.430,R

1672,320773.988,4037306.235,2.730,R

1673,320774.150,4037306.856,2.910,SA

1674,320776.752,4037309.184,2.740,M

1675,320788.472,4037316.301,2.810,M

1676,320785.689,4037322.464,3.570,M.V

1677,320792.519,4037313.322,2.540,R

1678,320798.048,4037303.993,2.380,R

1679,320804.504,4037294.895,2.150,R

1680,320809.473,4037287.544,1.580,ROT

1681,320813.371,4037282.264,1.230,R

1682,320813.988,4037275.656,0.960,MP

1683,320817.759,4037271.165,0.650,MP

1684,320821.630,4037267.605,0.840,MP.CT

1685,320824.126,4037263.821,0.430,MP

1686,320823.639,4037261.016,-0.040,MP

1687,320812.935,4037260.547,0.130,R

1688,320811.573,4037263.444,0.400,R

1689,320810.320,4037266.433,0.880,CT

1690,320817.022,4037283.703,1.160,MP

1691,320823.247,4037278.519,0.780,MP

1692,320828.468,4037272.669,0.640,MP

1693,320830.271,4037270.121,0.780,MP.CT

1694,320832.435,4037268.858,0.540,MP

1695,320833.955,4037267.519,-0.010,MP

1696,320837.251,4037274.700,0.110,R

1697,320835.755,4037275.887,0.610,R

1698,320833.859,4037278.853,0.870,CT

1699,320840.145,4037286.085,0.910,CT

1700,320842.315,4037284.039,0.620,R

1701,320843.730,4037282.619,0.360,R

1702,320844.485,4037281.473,0.060,R

1703,320838.119,4037290.106,0.910,R

1704,320834.018,4037296.091,1.210,R

1705,320828.041,4037303.411,2.220,ROT

1706,320824.504,4037308.697,2.320,R

1707,320820.466,4037314.739,2.470,R

1708,320816.181,4037321.474,2.740,R

1709,320814.651,4037324.126,2.830,R

1710,320814.436,4037325.385,2.800,SALVAMENTO

1711,320809.683,4037321.988,2.800,SALVAMENTO

1712,320807.819,4037324.328,2.800,SALVAMENTO

1713,320806.071,4037320.319,2.750,R

1714,320806.371,4037319.808,3.510,SA

1715,320801.062,4037332.546,3.330,V

1716,320811.663,4037339.531,3.340,V

1717,320813.031,4037327.959,2.800,ASEO

1718,320817.912,4037331.230,2.800,ASEO

1719,320819.573,4037328.911,2.800,ASEO

1720,320824.526,4037332.597,2.950,KIO

1721,320826.777,4037334.108,2.950,KIO

1722,320821.521,4037337.211,3.100,KIO

1723,320823.753,4037338.667,3.100,KIO

1724,320823.341,4037339.330,3.100,T

1725,320826.669,4037341.573,3.100,KIO

1726,320830.292,4037344.033,3.100,KIO

1727,320833.375,4037346.155,3.100,T

1728,320837.035,4037340.818,2.950,KIO

1729,320839.540,4037337.151,2.800,T

1730,320829.385,4037330.199,2.800,T

1731,320821.075,4037338.657,3.080,R

1732,320825.473,4037342.135,3.010,R

1733,320830.167,4037345.674,3.060,R

1734,320833.650,4037354.104,3.970,V

1735,320834.708,4037356.265,3.950,B

1736,320833.756,4037360.238,3.850,B

1737,320832.473,4037360.920,4.040,V

1738,320832.164,4037365.490,4.030,V

1739,320832.959,4037365.845,3.850,B

1740,320841.364,4037370.655,3.970,B

1741,320842.529,4037368.077,3.950,B

1742,320842.154,4037363.191,4.040,SA

1743,320844.400,4037367.617,3.950,M

1744,320847.416,4037363.977,3.960,B

1745,320847.476,4037363.903,3.950,B

1746,320844.415,4037360.376,3.950,B

1747,320843.068,4037358.845,3.940,B

1748,320842.218,4037358.337,3.940,B

1749,320840.371,4037357.655,3.930,B

1750,320838.649,4037357.415,3.990,B

1751,320848.052,4037360.376,3.980,PL

1752,320848.477,4037360.132,3.900,R

1753,320851.748,4037363.931,3.890,M

1754,320842.162,4037334.919,2.780,R

1755,320846.454,4037327.692,2.550,R

1756,320849.728,4037322.593,2.430,ROT

1757,320854.436,4037315.919,1.450,PT

1758,320858.056,4037311.251,1.170,R

1759,320861.299,4037306.909,1.140,R

1760,320862.890,4037304.809,1.010,CT

1761,320864.393,4037303.446,0.620,R

1762,320866.260,4037300.978,0.290,R

1763,320882.130,4037313.826,0.210,R

1764,320880.685,4037316.035,0.600,R

1765,320879.289,4037317.879,1.040,CT

1766,320875.884,4037323.876,1.120,R

1767,320873.188,4037328.297,1.210,PT

1768,320868.440,4037336.286,2.250,CT

1769,320864.673,4037343.364,2.340,R

1770,320860.052,4037350.634,2.640,R

1771,320856.759,4037356.526,2.980,R

1772,320851.485,4037346.181,2.810,R

1773,320862.914,4037370.034,3.540,M

1774,320865.395,4037366.727,3.060,R

1775,320868.521,4037361.358,2.660,R

1776,320871.538,4037356.312,2.340,R

1777,320875.273,4037350.216,2.270,R

1778,320879.861,4037344.464,1.920,CT

1779,320882.810,4037340.601,1.270,PT

1780,320886.975,4037334.804,1.000,R

1781,320889.364,4037331.116,0.850,R

1782,320891.923,4037327.706,0.930,CT

1783,320893.676,4037325.435,0.490,R

1784,320895.462,4037323.014,0.150,R

1785,320909.118,4037330.913,0.090,R

1786,320907.165,4037333.317,0.380,R

1787,320904.904,4037336.943,0.860,CT

1788,320901.667,4037341.744,0.950,R

1789,320897.717,4037347.801,0.940,PT

1790,320893.144,4037355.195,1.920,CT

1791,320888.488,4037362.695,2.120,R

1792,320888.442,4037362.883,2.050,R

1793,320884.745,4037370.138,2.440,R

1794,320881.982,4037375.682,2.960,R

1795,320878.199,4037376.152,3.250,M.PER

1796,320881.589,4037378.855,3.370,M.AL

1797,320873.348,4037376.437,3.460,M.AL

1798,320905.224,4037388.837,3.600,M

1799,320905.224,4037389.028,3.570,V

1800,320903.477,4037379.660,2.900,R

1801,320903.333,4037379.131,3.250,SA

1802,320905.899,4037376.092,2.280,R

1803,320908.267,4037370.664,2.180,R

1804,320910.563,4037367.685,2.150,CT

1805,320914.552,4037361.410,1.140,PT

1806,320916.605,4037358.678,0.860,R

1807,320920.332,4037353.365,0.950,R

1808,320922.651,4037350.745,0.920,CT

1809,320924.091,4037348.808,0.550,R

1810,320926.077,4037345.942,0.300,R

1811,320927.105,4037344.214,-0.010,R

1812,320943.581,4037358.470,0.110,R

1813,320941.636,4037361.323,0.800,CT

1814,320939.926,4037364.547,0.940,R

1815,320936.832,4037371.637,0.750,PT

1816,320933.669,4037376.689,1.340,R

1817,320931.378,4037381.056,1.940,CT

1818,320933.951,4037376.943,1.340,PT

1819,320930.302,4037382.953,2.100,R

1820,320927.857,4037388.286,2.250,R

1821,320926.072,4037392.489,2.560,R

1822,320924.934,4037397.153,3.730,V

1823,320927.526,4037398.115,3.810,V

1824,320952.764,4037408.091,3.410,V

1825,320946.424,4037427.026,3.660,V

1826,320957.017,4037409.493,3.250,CT

1827,320958.347,4037406.508,2.540,PT

1828,320960.505,4037402.489,2.110,R

1829,320962.266,4037399.520,1.890,CT

1830,320964.920,4037394.920,1.230,PT

1831,320967.527,4037390.205,1.000,R

1832,320970.921,4037385.008,0.920,CT

1833,320972.764,4037382.123,0.520,R

1834,320975.661,4037378.345,0.110,R

1835,321003.972,4037396.860,0.130,R

1836,321002.793,4037398.864,0.420,R

1837,321001.470,4037403.391,0.900,CT

1838,320999.151,4037410.042,1.070,PT

1839,320996.723,4037416.372,1.720,CT

1840,320996.338,4037415.906,2.240,SA

1841,320994.850,4037421.838,2.330,PT

1842,320993.390,4037424.610,3.130,CT

1843,321008.011,4037430.476,2.900,CT

1844,321009.168,4037428.356,2.330,PT

1845,321010.480,4037425.404,1.940,CT

1846,321013.931,4037417.699,0.960,PT

1847,321015.771,4037414.189,0.810,R

1848,321017.020,4037411.335,0.880,CT

1849,321018.927,4037407.560,0.410,R

1850,321020.774,4037404.444,0.070,R

1851,321045.385,4037417.308,0.160,R

1852,321043.768,4037420.272,0.640,CT

1853,321041.077,4037427.223,0.700,PT

1854,321038.772,4037433.583,1.550,R

1855,321036.520,4037440.045,2.430,CT.PT

1856,321035.812,4037442.403,3.370,CT

1857,321062.329,4037454.025,3.280,CT

1858,321063.198,4037451.167,2.240,PT

1859,321066.118,4037444.175,1.060,PT

1860,321068.291,4037439.676,0.820,R

1861,321070.574,4037435.808,0.780,CT

1862,321071.775,4037433.771,0.350,R

1863,321072.578,4037431.839,0.070,R

1864,321094.038,4037443.971,0.140,R

1865,321090.854,4037450.124,0.880,R

1866,321089.409,4037453.407,0.960,PT

1867,321086.968,4037459.011,1.670,R

1868,321086.142,4037459.169,2.770,SA

1869,321092.321,4037468.863,2.820,CT.PT

1870,321093.212,4037469.669,3.050,V

1871,321107.931,4037477.699,2.670,V

1872,321110.172,4037473.197,1.820,R

1873,321112.981,4037468.254,0.990,PT

1874,321115.227,4037463.988,0.890,R

1875,321117.137,4037460.550,0.730,CT

1876,321118.741,4037457.570,0.120,R

1877,321139.553,4037469.214,0.050,R

1878,321138.024,4037472.042,0.660,CT

1879,321136.777,4037475.682,0.810,R

1880,321135.220,4037479.039,1.010,PT

1881,321133.134,4037484.184,1.730,R

1882,321130.273,4037490.049,2.980,V

1883,321135.701,4037492.604,2.390,V

1884,321139.534,4037494.668,2.130,V

1885,321150.187,4037500.911,2.570,V

1886,321150.722,4037499.957,2.450,R

1887,321153.166,4037495.686,1.570,R

1888,321154.778,4037493.034,1.150,PT

1889,321156.856,4037489.715,0.960,R

1890,321158.915,4037486.733,0.740,CT

1891,321160.450,4037484.290,0.190,R

1892,321176.693,4037494.256,0.250,R

1893,321175.036,4037497.920,0.710,CT

1894,321173.700,4037500.639,1.040,R

1895,321172.548,4037503.339,1.200,PT

1896,321170.828,4037507.256,1.840,R  
1897,321168.114,4037510.679,2.870,V  
1898,321166.584,4037514.217,3.780,V,M  
1899,321167.736,4037513.581,3.770,M  
1900,321168.765,4037514.148,3.590,M  
1901,321168.809,4037515.099,3.560,M  
1902,321169.429,4037514.544,2.960,R  
1903,321183.817,4037526.078,3.210,M  
1904,321187.894,4037528.733,3.250,M  
1905,321193.996,4037532.843,2.860,M  
1906,321195.665,4037530.916,2.180,R  
1907,321198.001,4037526.408,1.580,R  
1908,321198.190,4037525.668,2.580,SA  
1909,321200.977,4037521.683,0.950,PT  
1910,321202.669,4037518.942,0.860,R  
1911,321203.868,4037517.096,0.830,CT  
1912,321205.848,4037514.355,0.660,R  
1913,321207.627,4037512.048,0.200,R  
1914,321223.977,4037522.818,0.220,R  
1915,321221.771,4037526.463,0.610,CT  
1916,321219.895,4037529.294,0.930,R  
1917,321218.467,4037531.948,0.900,PT  
1918,321214.924,4037535.827,1.250,R  
1919,321211.099,4037540.987,2.110,R  
1920,321208.613,4037543.077,2.690,R  
1921,321208.583,4037544.031,2.910,M  
1922,321207.984,4037542.935,3.670,SA

1923,321223.525,4037554.073,4.030,R  
1924,321223.292,4037553.801,2.820,PZ  
1925,321225.168,4037553.830,2.520,PZ  
1926,321225.067,4037555.499,2.830,PZ  
1927,321225.618,4037557.018,3.140,M  
1928,321228.765,4037552.526,2.000,R  
1929,321231.483,4037549.579,1.420,PT  
1930,321234.889,4037546.093,1.080,R  
1931,321237.638,4037542.859,0.960,CT  
1932,321239.447,4037540.413,0.510,R  
1933,321241.292,4037538.477,0.130,R  
1934,321262.507,4037555.433,0.200,R  
1935,321259.942,4037559.261,0.610,R  
1936,321257.610,4037562.690,0.960,R  
1937,321255.730,4037565.141,1.070,R  
1938,321253.575,4037568.079,1.390,R  
1939,321253.072,4037568.204,2.080,SA  
1940,321250.941,4037572.064,2.070,R  
1941,321249.335,4037575.485,2.810,M  
1942,321276.859,4037596.538,2.290,M  
1943,321278.860,4037594.438,1.710,R  
1944,321281.625,4037590.861,1.240,R  
1945,321283.789,4037588.357,0.950,R  
1946,321286.528,4037584.863,0.530,R  
1947,321288.019,4037583.486,0.340,R  
1948,321289.564,4037581.238,0.140,R  
1949,321306.689,4037597.862,0.170,R

1950,321304.839,4037600.357,0.470,R

1951,321302.622,4037603.719,0.850,R

1952,321300.231,4037606.984,1.180,R

1953,321297.571,4037611.073,1.950,R

1954,321336.382,4037642.699,3.870,M

1955,321336.908,4037643.240,3.900,B

1956,321337.201,4037644.919,3.910,B

1957,321336.841,4037647.841,4.030,B

1958,321336.103,4037646.644,4.160,M

1959,321342.725,4037650.181,4.120,B

1960,321346.784,4037644.402,3.910,B

1961,321338.497,4037638.241,3.660,B

1962,321336.932,4037639.446,3.670,H

1963,321335.939,4037641.842,3.800,H

1964,321321.007,4037629.727,2.130, RAM

1965,321322.371,4037627.563,1.580, RAM

1966,321324.337,4037624.536,0.990,R

1967,321326.020,4037621.366,0.790,R

1968,321327.836,4037618.451,0.500,R

1969,321329.570,4037616.140,0.150,R

1970,321335.096,4037626.354,0.820,R

1971,321334.357,4037626.004,1.920, SA

1972,321345.991,4037626.156,0.220,R

1973,321343.964,4037629.190,0.570,R

1974,321341.147,4037633.188,0.870,R

1975,321338.207,4037636.685,1.600, RAM

1976,321336.617,4037638.690,2.330, RAM

1977,321348.996,4037642.969,1.360,M.PER

1978,321358.690,4037652.154,2.100,M

1979,321359.336,4037651.479,2.090,R

1980,321361.191,4037648.481,1.290,R

1981,321361.843,4037647.314,1.060, PT-RAM

1982,321363.831,4037644.344,0.910,R

1983,321365.530,4037642.005,0.680,R

1984,321367.364,4037639.086,0.230,R

1985,321391.121,4037652.867,0.240,R

1986,321389.353,4037655.061,0.580,R

1987,321387.550,4037658.302,0.870,R

1988,321385.833,4037660.463,0.910, PT

1989,321383.538,4037663.508,1.520,R

1990,321380.329,4037667.509,2.330,R

1991,321407.194,4037689.684,2.660,M.AL

1992,321408.352,4037688.545,2.630,R

1993,321412.961,4037691.907,2.490,M.PER

1994,321410.704,4037696.847,3.660,M.AL

1995,321413.498,4037694.777,3.490, CT

1996,321413.696,4037694.161,2.880, PT

1997,321416.053,4037688.204,1.770,R

1998,321417.389,4037682.355,1.000, PT

1999,321417.368,4037681.390,2.350, SA

2000,321420.014,4037679.214,0.630,R

2001,321422.036,4037675.904,0.540,R

2002,321422.951,4037674.094,0.230,R

2003,321447.843,4037694.633,0.190,R

2004,321446.058,4037696.781,0.620,R

2005,321443.822,4037700.196,0.930,R

2006,321442.172,4037702.759,0.900,PT

2007,321442.208,4037702.784,0.870,PT

2008,321439.586,4037706.222,1.480,R

2009,321435.341,4037711.886,2.390,CT.PT

2010,321435.051,4037712.214,2.960,M

2011,321442.224,4037717.895,3.090,M

2012,321438.473,4037722.690,3.980,M

2013,321439.777,4037723.180,3.980,M

2014,321443.416,4037718.566,3.110,M

2015,321443.880,4037718.416,2.650,R

2016,321443.888,4037718.415,2.650,R

2017,321447.481,4037722.380,2.720,V

2018,321453.656,4037727.886,2.660,V

2019,321455.734,4037730.523,2.740,V

2020,321457.900,4037727.437,2.000,R

2021,321460.899,4037724.251,1.300,R

2022,321463.323,4037721.170,0.760,PT

2023,321465.602,4037718.433,0.820,R

2024,321467.740,4037715.980,0.580,R

2025,321469.719,4037713.266,0.200,R

2026,321486.542,4037728.548,0.230,R

2027,321483.919,4037731.773,0.710,R

2028,321481.390,4037735.021,0.830,R

2029,321479.517,4037737.487,0.820,PT

2030,321476.852,4037740.821,1.320,R

2031,321473.810,4037744.496,2.200,R

2032,321470.163,4037748.904,3.230,V

2033,321479.651,4037761.005,3.410,V

2034,321479.516,4037761.170,3.400,MAD

2035,321480.825,4037757.684,3.120,SA

2036,321481.192,4037758.171,2.770,R

2037,321483.454,4037756.650,2.360,R

2038,321483.666,4037756.073,3.000,SA

2039,321485.875,4037754.383,1.760,R

2040,321489.349,4037750.350,1.010,PT

2041,321492.040,4037747.391,0.850,R

2042,321494.474,4037744.515,0.780,R

2043,321496.933,4037741.537,0.460,R

2044,321499.410,4037739.392,0.170,R

2045,321518.640,4037756.595,0.100,R

2046,321516.002,4037760.363,0.510,R

2047,321513.244,4037764.266,0.840,R

2048,321509.610,4037769.126,1.050,PT

2049,321507.029,4037772.572,1.420,R

2050,321502.911,4037777.397,2.410,CT

2051,321502.830,4037777.502,2.410,CT.MAD

2052,321498.594,4037782.035,3.180,MAD

2053,321514.859,4037800.344,3.230,MAD

2054,321514.448,4037801.575,3.250,M.AL

2055,321518.044,4037806.558,3.070,M

2056,321519.720,4037799.408,2.820,R

2057,321522.929,4037794.566,2.300,CT

2058,321525.883,4037790.918,1.530,R

2059,321527.617,4037788.570,1.170,PT

2060,321529.906,4037785.422,0.910,R

2061,321533.387,4037780.261,0.730,R

2062,321535.568,4037777.134,0.420,R

2063,321537.305,4037774.311,0.060,R

2064,321555.605,4037789.627,0.140,R

2065,321554.069,4037792.272,0.600,R

2066,321552.298,4037795.905,0.770,R

2067,321550.107,4037800.126,0.830,PT

2068,321548.366,4037803.597,1.180,R

2069,321545.454,4037807.975,1.980,CT

2070,321542.301,4037813.322,2.580,R

2071,321539.910,4037817.559,2.780,R

2072,321535.691,4037822.804,2.980,R

2073,321534.181,4037824.485,3.000,V

2074,321535.614,4037824.428,2.980,V

2075,321546.634,4037835.092,2.540,V

2076,321549.793,4037831.814,2.850,SA

2077,321550.760,4037829.445,3.070,SA

2078,321551.379,4037829.370,2.790,R

2079,321553.621,4037825.153,2.600,R

2080,321556.458,4037820.130,2.250,R

2081,321558.264,4037817.326,1.920,CT

2082,321562.268,4037809.756,0.900,PT

2083,321564.337,4037806.007,0.660,R

2084,321566.692,4037801.107,0.680,R

2085,321567.613,4037799.211,0.490,R

2086,321568.932,4037796.984,0.090,R

2087,321590.402,4037808.330,0.190,R

2088,321589.152,4037810.650,0.610,R

2089,321587.891,4037814.095,0.790,R

2090,321585.924,4037817.948,0.700,PT

2091,321584.296,4037822.197,1.170,R

2092,321581.749,4037826.637,1.820,CT

2093,321580.271,4037829.670,1.990,R

2094,321575.273,4037837.620,2.400,R

2095,321591.663,4037848.198,2.440,R

2096,321595.831,4037843.418,2.210,R

2097,321597.837,4037840.517,2.010,CT

2098,321601.903,4037834.286,1.400,R

2099,321604.740,4037828.790,0.730,PT

2100,321607.525,4037824.502,0.760,R

2101,321609.499,4037821.403,0.600,R

2102,321611.577,4037817.927,0.200,R

2103,321632.555,4037831.162,0.110,R

2104,321630.237,4037834.746,0.650,R

2105,321628.114,4037838.314,0.760,R

2106,321626.423,4037840.758,0.540,PT

2107,321623.376,4037845.061,1.020,R

2108,321619.598,4037849.744,1.540,R

2109,321614.467,4037853.087,2.010,CT

2110,321614.510,4037860.561,2.010,CT

2111,321612.590,4037867.023,2.240,CT

2112,321611.776,4037869.748,2.240,CT

2113,321613.759,4037870.260,1.530,PT

2114,321615.472,4037866.534,1.530,PT

2115,321617.077,4037862.331,1.590,PT.CT

2116,321623.338,4037860.893,1.390,CT

2117,321630.517,4037861.493,1.200,CT

2118,321634.636,4037864.283,1.270,CT

2119,321632.051,4037867.394,1.450,R

2120,321628.670,4037871.350,1.470,R

2121,321626.180,4037874.111,1.490,R

2122,321624.009,4037876.315,1.420,R

2123,321637.126,4037861.845,1.050,R

2124,321641.435,4037857.465,0.580,PT

2125,321644.143,4037854.477,0.800,R

2126,321646.549,4037851.987,0.790,R

2127,321649.183,4037848.269,0.120,R

2128,321669.457,4037869.079,0.120,R

2129,321666.558,4037872.555,0.600,R

2130,321664.092,4037876.404,0.700,R

2131,321662.440,4037878.469,0.590,PT

2132,321660.039,4037882.648,0.890,R

2133,321659.573,4037881.980,2.290,SA

2134,321657.513,4037884.661,1.330,R

2135,321654.881,4037887.492,2.020,CT

2136,321651.388,4037890.693,2.200,R

2137,321647.930,4037893.531,2.340,R

2138,321644.311,4037896.647,2.530,R

2139,321638.293,4037900.970,2.580,R

2140,321649.327,4037910.839,2.740,R

2141,321654.929,4037908.349,2.830,R

2142,321658.319,4037905.119,2.820,R

2143,321661.599,4037900.395,2.450,R

2144,321661.614,4037899.691,2.980,SA

2145,321664.644,4037902.963,2.550,SA

2146,321664.304,4037902.539,2.440,R

2147,321664.942,4037901.541,2.340,CT

2148,321668.589,4037897.054,1.310,R

2149,321672.967,4037892.180,0.620,PT

2150,321675.167,4037889.535,0.680,R

2151,321678.532,4037886.138,0.660,R

2152,321681.051,4037883.480,0.390,R

2153,321682.510,4037881.778,0.150,R

2154,321700.842,4037900.199,0.150,R

2155,321698.905,4037902.109,0.370,R

2156,321697.054,4037904.495,0.680,R

2157,321694.145,4037907.973,0.640,R

2158,321691.762,4037910.513,0.650,R

2159,321689.631,4037912.748,1.110,PT

2160,321705.728,4037923.079,0.970,R

2161,321708.199,4037920.252,0.850,R

2162,321710.548,4037917.537,0.660,R

2163,321712.735,4037915.112,0.480,R

2164,321714.175,4037913.116,0.210,R

2165,321735.726,4037934.452,0.210,R

2166,321733.090,4037937.864,0.600,R  
2167,321731.106,4037940.210,0.780,R  
2168,321728.094,4037943.891,0.970,R  
2169,321727.015,4037945.667,0.880,R  
2170,321724.003,4037949.915,1.430,R  
2171,321729.896,4037949.962,0.690,PZ  
2172,321731.812,4037949.822,0.840,PZ  
2173,321731.739,4037952.055,1.010,PZ  
2174,321732.163,4037951.176,2.360,R  
2175,321736.226,4037963.471,1.510,R  
2176,321740.214,4037961.364,1.040,R  
2177,321743.309,4037957.742,0.950,R  
2178,321744.151,4037958.088,1.520,SA  
2179,321746.486,4037955.240,0.760,R  
2180,321748.885,4037952.840,0.520,R  
2181,321750.935,4037950.549,0.200,R  
2182,321763.936,4037963.190,0.120,R  
2183,321761.416,4037965.167,0.510,R  
2184,321759.571,4037968.925,0.880,R  
2185,321756.730,4037972.463,0.960,R  
2186,321753.976,4037976.623,1.190,R  
2187,321732.002,4037962.846,2.500,M  
2188,321732.472,4037962.304,2.110,M  
2189,321728.631,4037958.504,2.000,M  
2190,321722.812,4037954.128,2.440,M  
2191,321721.646,4037952.738,2.650,M  
2192,321723.180,4037949.992,2.000,ESC

2193,321722.252,4037948.030,2.040,ESC  
2194,321722.092,4037948.547,2.300,ESC  
2195,321721.847,4037948.685,2.480,ESC  
2196,321717.626,4037944.957,2.290,M  
2197,321718.594,4037943.900,2.200,PI  
2198,321718.438,4037943.582,2.190,PI  
2199,321717.435,4037942.482,2.160,PI  
2200,321717.321,4037942.185,2.090,PI  
2201,321716.297,4037940.151,2.010,PI  
2202,321716.061,4037939.749,2.020,PI  
2203,321714.665,4037939.690,1.910,M  
2204,321713.716,4037936.172,1.650,PI  
2205,321713.583,4037935.893,1.660,PI  
2206,321712.613,4037935.817,1.840,M  
2207,321710.736,4037931.513,1.800,PI  
2208,321710.635,4037931.262,1.790,PI  
2209,321709.674,4037931.403,1.870,M  
2210,321706.491,4037927.114,1.720,M  
2211,321705.049,4037923.936,1.800,PI  
2212,321704.812,4037923.755,1.810,PI  
2213,321703.435,4037924.067,1.710,M  
2214,321699.885,4037921.122,1.690,M  
2215,321698.502,4037917.931,1.620,PI  
2216,321698.337,4037917.853,1.500,PI  
2217,321696.243,4037918.360,1.600,M  
2218,321695.355,4037916.172,1.750,PI  
2219,321695.154,4037916.020,1.750,PI

2220,321693.744,4037916.444,1.640,M

2221,321692.684,4037914.432,1.740,PI

2222,321692.520,4037914.311,1.770,PI

2223,321691.464,4037915.145,1.590,M

2224,321689.801,4037914.254,1.550,M

2225,321688.086,4037914.132,1.500,M

2226,321687.180,4037913.061,1.440,MP

2227,321684.846,4037913.496,1.980,MP

2228,321684.853,4037914.609,2.540,MP

2229,321683.883,4037913.971,2.320,CT

2230,321683.676,4037916.359,2.920,PT

2231,321680.842,4037914.770,2.850,PT

2232,321674.718,4037913.974,2.910,PT.CT

2233,321676.124,4037914.836,3.600,CT

2234,321678.921,4037915.693,3.710,CT

2235,321683.745,4037916.816,4.140,CT

2236,321683.803,4037916.791,4.150,H

2237,321682.113,4037918.700,4.100,H

2238,321683.356,4037920.318,4.160,H

2239,321682.229,4037921.474,4.180,H

2240,321681.737,4037921.649,4.170,H

2241,321681.251,4037922.126,4.180,H

2242,321682.284,4037922.665,5.050,EDI

2243,321680.169,4037921.914,4.640,EDI

2244,321679.926,4037922.151,4.660,EDI

2245,321677.246,4037920.119,4.380,EDI

2246,321676.030,4037921.578,4.220,EDI.M

2247,321675.888,4037920.249,4.020,R

2248,321670.817,4037915.307,3.410,R

2249,321663.677,4037909.517,2.790,M.PER

2250,321662.401,4037909.683,2.870,M.PER

2251,321654.591,4037916.472,2.860,M2

2252,321652.126,4037918.219,2.960,V.AL

2253,321646.511,4037912.829,2.860,V

2254,321633.898,4037918.509,2.690,V

2255,321622.891,4037923.801,2.540,V

2256,321613.639,4037928.051,2.880,V

2257,321618.832,4037924.786,2.590,MAD

2258,321616.617,4037921.485,2.490,MAD

2259,321606.700,4037915.994,2.260,MAD

2260,321597.709,4037910.891,2.510,MAD

2261,321587.373,4037904.847,2.220,MAD

2262,321588.482,4037902.339,2.120,MP

2263,321592.683,4037901.381,2.370,MP

2264,321593.269,4037901.400,2.460,PU

2265,321592.820,4037899.993,2.640,PU

2266,321593.116,4037899.760,2.730,PU

2267,321594.110,4037899.389,2.720,PU

2268,321594.443,4037899.245,2.720,PU

2269,321595.054,4037900.537,2.550,PU

2270,321595.861,4037900.174,2.470,MP

2271,321597.729,4037900.997,2.410,MP

2272,321602.685,4037900.558,2.300,MP

2273,321608.088,4037899.426,2.180,MP

2274,321613.937,4037897.817,2.210,MP

2275,321619.313,4037896.487,2.190,MP

2276,321624.033,4037894.898,2.240,MP

2277,321627.770,4037893.906,2.030,MP

2278,321627.064,4037892.218,1.600,MP

2279,321624.737,4037891.798,1.490,MP

2280,321629.734,4037891.538,1.740,R

2281,321631.877,4037894.736,2.170,R

2282,321634.959,4037899.670,2.560,R

2283,321629.877,4037902.652,2.490,R

2284,321622.180,4037907.133,2.460,R

2285,321616.365,4037911.302,2.410,R

2286,321611.694,4037914.800,2.250,R

2287,321608.227,4037919.611,2.340,R

2288,321612.568,4037928.044,3.010,B

2289,321611.660,4037929.393,2.960,B

2290,321595.544,4037916.168,2.540,B

2291,321595.682,4037914.483,2.510,B

2292,321595.022,4037914.513,2.680,SA

2293,321590.609,4037915.518,2.550,B

2294,321590.291,4037913.903,2.480,B

2295,321584.379,4037917.254,2.520,B

2296,321585.062,4037918.702,2.500,B

2297,321589.976,4037888.867,2.980,PU

2298,321589.608,4037888.991,2.980,PU

2299,321588.696,4037889.353,2.990,PU

2300,321588.330,4037889.517,3.010,PU

2301,321587.674,4037888.159,2.840,PU

2302,321589.379,4037887.406,2.790,PU

2303,321579.606,4037892.342,2.100,MP

2304,321580.745,4037892.295,2.170,MP

2305,321586.376,4037889.534,2.710,MP

2306,321590.151,4037887.298,2.620,MP

2307,321593.231,4037885.141,2.600,MP

2308,321598.585,4037881.803,2.390,MP

2309,321600.012,4037880.663,2.310,MP

2310,321604.204,4037879.500,1.490,MP

2311,321603.448,4037877.407,2.270,CT

2312,321599.823,4037873.193,2.290,R

2313,321593.586,4037877.298,2.380,R

2314,321583.000,4037882.965,2.620,V

2315,321583.003,4037882.956,2.630,R

2316,321583.025,4037881.933,3.060,V

2317,321578.726,4037884.060,2.910,V.AL

2318,321583.290,4037881.206,3.020,KIO

2319,321586.416,4037879.620,3.070,KIO

2320,321583.536,4037873.942,3.140,KIO

2321,321583.368,4037873.308,3.200,T

2322,321585.493,4037872.344,3.290,T

2323,321588.867,4037869.640,3.500,T

2324,321589.804,4037868.845,2.690,R

2325,321586.650,4037862.610,3.540,T.PER

2326,321587.682,4037862.177,2.830,R

2327,321583.092,4037854.775,3.500,T

2328,321578.006,4037857.192,3.740,T

2329,321577.980,4037857.194,3.670,KIO

2330,321572.407,4037859.933,3.270,KIO

2331,321589.340,4037878.993,2.690,CHI

2332,321583.384,4037882.531,2.660,CHI

2333,321590.435,4037878.109,2.590,CHI

2334,321590.092,4037877.145,2.640,CHI

2335,321590.921,4037876.687,2.620,CHI

2336,321589.730,4037872.958,2.630,CHI

2337,321597.439,4037869.081,2.450,CHI

2338,321587.994,4037846.762,2.580,CHI

2339,321585.951,4037845.537,2.610,CHI

2340,321579.961,4037848.941,2.710,CHI

2341,321572.905,4037852.422,2.740,CHI

2342,321564.268,4037852.670,2.670,V

2343,321557.864,4037846.254,2.800,V

2344,321559.633,4037844.185,2.710,R

2345,321551.366,4037839.580,2.630,V

5001,321758.432,4037958.302,-0.030,R

5002,321755.132,4037961.914,0.570,R

5004,321764.976,4037963.597,-0.070,R

5005,321772.758,4037970.106,-0.080,R

5006,321769.568,4037973.573,0.460,R

5007,321777.082,4037979.797,0.530,R

5008,321780.210,4037975.898,-0.100,R

5009,321788.304,4037982.016,-0.020,R

5010,321786.376,4037985.800,0.540,R

5011,321794.139,4037992.196,0.610,R

5012,321797.755,4037988.244,-0.020,R

5013,321804.769,4037994.239,-0.020,R

5014,321803.178,4037997.319,0.460,R

5015,321801.316,4037999.675,0.790,R

5017,321792.037,4037998.907,1.110,R

5018,321793.917,4037995.638,0.860,R

5020,321785.328,4037993.344,1.200,R

5021,321777.991,4037987.432,1.240,R

5022,321779.233,4037984.636,0.850,R

5023,321770.582,4037977.998,0.830,R

5024,321768.890,4037979.025,1.180,R

5029,321751.071,4037963.274,1.170,R

5030,321748.740,4037967.093,1.560,R

5031,321745.681,4037971.621,2.070,R

5032,321744.792,4037972.931,2.460,M

5033,321745.674,4037973.499,2.500,M

5034,321745.953,4037973.213,2.280,M

5035,321746.210,4037973.385,2.260,M

5036,321746.057,4037973.867,2.410,M

5037,321748.086,4037975.443,2.200,M

5038,321748.334,4037975.137,2.130,M

5039,321748.909,4037975.727,2.060,M

5040,321748.626,4037975.922,1.970,M

5041,321749.392,4037976.660,1.970,M

5042,321749.718,4037976.354,1.970,M

5043,321749.956,4037976.581,2.280,M

5044,321749.609,4037976.919,2.190,M

5045,321751.596,4037979.097,1.970,M

5046,321752.832,4037977.131,1.850,R

5049,321757.478,4037980.639,1.830,R

5050,321755.873,4037982.914,2.340,M

5051,321761.149,4037986.515,1.910,R

5052,321764.942,4037982.339,1.520,R

5053,321770.466,4037986.643,1.490,R

5054,321768.030,4037991.045,1.720,R

5055,321774.543,4037996.550,1.720,R

5056,321777.881,4037993.060,1.480,R

5057,321784.114,4037998.480,1.480,R

5058,321782.387,4038001.834,1.720,R

5059,321787.113,4038005.751,1.710,R

5060,321790.012,4038003.092,1.370,R

5062,321792.915,4038009.274,1.690,R

5063,321795.807,4038012.018,1.680,R

5065,321793.398,4038016.588,1.800,PT

5066,321789.642,4038021.494,3.020,PT

5067,321785.072,4038016.946,2.670,PT

5068,321787.476,4038013.255,1.910,PT

5069,321782.865,4038008.829,1.870,PT

5070,321780.081,4038012.048,2.710,PT

5071,321775.168,4038007.701,2.780,PT

5072,321777.016,4038004.005,1.940,PT

5073,321772.825,4038000.033,1.910,PT

5074,321770.492,4038003.553,2.710,PT

5075,321766.728,4038000.232,2.690,PT

5076,321769.385,4037995.913,1.840,PT

5077,321764.085,4037992.021,1.970,PT

5078,321760.355,4037996.204,2.940,PT

5079,321757.630,4037992.924,2.900,PT

5080,321759.477,4037989.015,2.200,PT

5081,321755.952,4037987.099,2.490,PT

5082,321754.037,4037985.886,2.620,M

5083,321751.418,4037989.093,3.830,M

5084,321752.669,4037989.951,3.240,PT

5085,321750.491,4037993.292,4.830,CT

5086,321748.930,4037992.621,5.190,M

5087,321749.127,4037992.784,5.050,R

5088,321753.037,4037996.722,5.190,CT

5089,321757.599,4037998.406,4.470,CT

5090,321763.618,4038002.535,4.390,CT

5091,321766.314,4038005.813,4.430,CT

5092,321768.457,4038007.525,4.270,CT

5093,321772.044,4038011.062,4.600,CT

5094,321775.682,4038014.031,4.960,CT

5095,321776.345,4038014.956,4.940,CT

5096,321775.244,4038017.107,5.040,CT

5097,321776.735,4038019.397,4.930,CT

5098,321778.894,4038021.163,4.930,CT

5099,321783.746,4038021.078,4.430,CT

5100,321785.926,4038022.722,4.400,CT

5101,321780.505,4038028.782,5.900,R

5102,321777.300,4038027.019,5.680,R

5103,321774.555,4038025.016,5.480,R

5104,321772.040,4038022.903,5.760,R

5105,321767.887,4038019.249,5.790,R

5106,321765.591,4038017.049,5.360,R

5107,321762.836,4038014.814,5.430,R

5108,321760.829,4038018.878,5.960,CT.PT

5109,321761.036,4038016.911,5.680,PT

5110,321760.465,4038014.339,5.550,PT

5111,321759.244,4038011.004,5.460,PT

5112,321758.819,4038008.449,5.500,PT.CT

5113,321757.218,4038010.588,5.810,CT

5114,321757.135,4038013.635,6.070,CT

5115,321758.529,4038016.654,6.130,CT

5116,321756.351,4038008.075,5.700,R

5117,321752.651,4038005.427,5.740,R

5118,321749.258,4038002.043,5.660,R

5119,321745.250,4037999.540,5.450,R

5120,321744.494,4037999.086,5.570,M

5121,321739.985,4038005.780,5.640,M

5122,321743.138,4038007.447,5.730,R

5123,321746.988,4038010.632,5.790,R

5124,321751.235,4038013.945,6.020,R

5125,321756.576,4038018.371,6.140,R

5126,321761.488,4038022.159,5.990,R

5127,321765.498,4038025.108,6.080,R

5128,321769.637,4038028.463,6.070,R

5129,321773.391,4038031.271,5.910,R

5130,321777.085,4038034.205,5.830,R

5131,321773.704,4038037.508,5.790,R

5132,321770.173,4038034.880,5.830,R

5133,321766.276,4038032.011,6.000,R

5134,321762.606,4038029.745,6.220,R

5135,321758.568,4038026.583,6.180,R

5136,321755.670,4038023.584,6.090,R

5137,321750.913,4038019.853,6.170,R

5138,321747.119,4038015.875,5.960,R

5139,321743.905,4038013.143,5.760,R

5140,321740.402,4038010.531,5.620,R

5141,321738.145,4038008.436,5.630,M

5142,321735.216,4038012.789,5.830,M

5143,321735.737,4038013.028,5.600,M

5144,321735.560,4038013.261,5.630,M

5145,321735.173,4038012.991,5.700,M

5146,321737.639,4038014.797,5.540,R

5147,321740.122,4038017.415,5.600,R

5148,321744.170,4038020.586,5.800,R

5149,321748.341,4038024.324,5.970,R

5150,321751.958,4038027.369,5.820,R

5151,321756.003,4038030.414,5.970,R

5152,321759.310,4038032.873,5.760,R

5153,321762.412,4038034.850,5.670,R

5154,321766.472,4038037.454,5.520,R

5155,321770.135,4038040.064,5.580,R

5156,321773.153,4038042.178,5.620,R

5157,321770.709,4038045.734,5.440,R

5158,321768.597,4038048.517,5.310,R

5159,321762.818,4038044.349,5.320,R

5160,321764.828,4038041.732,5.420,R

5161,321759.878,4038037.636,5.420,R

5162,321756.552,4038039.782,5.260,R

5163,321751.481,4038036.432,5.320,R

5164,321753.302,4038032.939,5.660,R

5165,321749.291,4038029.279,5.630,R

5166,321746.484,4038031.615,5.600,R

5167,321745.832,4038025.382,5.880,R

5168,321743.411,4038028.269,5.620,R

5169,321742.835,4038023.390,5.860,R

5170,321738.318,4038018.770,5.560,R

5171,321736.363,4038020.553,5.330,R

5172,321734.851,4038016.247,5.430,R

5173,321732.113,4038016.374,5.550,M

5174,321732.551,4038016.720,5.410,M

5175,321751.342,4037989.196,3.830,M.M

5300,321737.807,4038045.453,5.330,B

5301,321737.872,4038045.523,5.310,B

5302,321733.841,4038042.719,5.310,B

5303,321733.764,4038042.654,5.320,B

5304,321727.185,4038051.249,5.340,B

5305,321715.093,4038066.685,5.310,B

5306,321721.888,4038065.965,5.320,B

5307,321727.807,4038058.404,5.340,B

5308,321731.836,4038053.273,5.320,B

5309,321731.756,4038053.195,5.320,B

5310,321734.444,4038049.910,5.320,B

5311,321735.565,4038044.546,5.340,R

5312,321732.465,4038048.801,5.360,R

5313,321730.162,4038051.353,5.360,R

5314,321727.877,4038054.604,5.390,R

5315,321725.167,4038058.270,5.370,R

5316,321721.583,4038062.526,5.370,R

5317,321718.150,4038052.707,5.400,EU

5318,321720.159,4038051.799,5.320,EU

5319,321726.225,4038050.698,5.320,EU

5320,321716.794,4038046.765,4.970,EU

5321,321726.286,4038046.443,5.130,EU

5322,321729.900,4038046.671,5.270,EU

5323,321724.373,4038040.929,4.900,EU

5324,321718.647,4038039.402,4.710,EU

5325,321716.975,4038036.119,4.710,EU

5326,321718.945,4038032.725,4.810,EU

5327,321720.906,4038031.759,4.760,EU

5328,321726.593,4038035.419,4.800,EU

5329,321726.454,4038033.070,4.810,EU

5330,321726.690,4038026.336,4.770,EU

5331,321726.666,4038024.471,4.920,EU

5332,321728.779,4038023.191,5.020,EU

5333,321730.789,4038026.548,4.850,EU

5334,321736.088,4038028.062,5.040,EU

5335,321738.023,4038026.927,5.280,EU

5336,321739.730,4038028.188,5.330,EU

5337,321745.140,4038034.208,5.350,EU

5338,321733.683,4038042.437,5.290,EU

5339,321733.469,4038039.969,5.020,EU

5340,321734.418,4038037.597,5.030,EU

5341,321741.220,4038042.716,5.210,EU

5342,321739.276,4038046.190,5.230,EU

5343,321735.018,4038052.491,5.270,EU

5344,321732.912,4038057.762,5.310,EU

5345,321728.563,4038066.582,5.150,EU

5346,321729.713,4038067.997,5.160,EDI

5347,321729.704,4038068.041,5.150,EDI

5348,321725.071,4038065.806,5.160,EDI

5349,321710.835,4038041.333,4.900,M

5351,321714.438,4038037.222,4.880,M

5352,321716.682,4038034.457,4.790,M

5353,321718.278,4038032.740,4.860,M

5354,321720.747,4038029.779,4.770,M.PI

5355,321722.178,4038028.047,4.630,M

5356,321723.542,4038026.423,4.670,M

5357,321725.051,4038024.636,4.920,M

5358,321726.831,4038022.511,5.070,M

5359,321728.917,4038020.051,5.070,M

5360,321714.617,4038025.042,5.730,M

5361,321714.627,4038025.057,5.740,M

5362,321720.531,4038029.619,5.990,AM

5365,321726.858,4038044.407,4.880,R

5366,321720.525,4038047.884,4.990,R

5367,321719.951,4038037.154,4.670,R

5368,321724.196,4038036.541,4.720,R

5369,321726.478,4038028.751,4.640,R

5370,321729.248,4038031.200,4.700,R

5371,321728.816,4038035.750,4.740,R

5372,321731.691,4038033.652,4.730,R

5373,321732.159,4038039.293,4.940,R

5374,321732.643,4038029.980,4.740,R

5375,321735.610,4038031.990,4.830,R

5376,321737.490,4038034.470,4.880,R

5377,321739.864,4038034.857,4.950,R

5378,321741.797,4038037.421,5.110,R

5379,321744.576,4038036.971,5.130,R

5380,321744.596,4038040.179,5.140,R

5381,321740.317,4038040.854,5.170,R

5382,321738.557,4038039.099,5.080,R

5383,321736.576,4038039.322,5.030,R

5384,321734.862,4038040.895,5.090,R

5385,321734.684,4038043.014,5.290,R

5386,321737.467,4038043.947,5.290,R

5387,321738.721,4038041.702,5.300,R

5388,321736.779,4038042.114,5.320,R

5389,321724.725,4038063.940,5.340,ARQ

5390,321724.033,4038063.409,5.340,ARQ

5391,321723.350,4038064.242,5.330,ARQ

5392,321721.111,4038072.547,4.980,EDI17

5393,321724.039,4038064.174,5.330,TLF

5394,321730.429,4038067.331,5.090,EU

5395,321738.183,4038067.887,5.070,EU

5396,321740.110,4038069.361,4.960,EU

5397,321741.788,4038072.506,4.820,EU

5398,321738.353,4038063.655,5.130,EU

5399,321736.857,4038057.739,5.220,EU

5400,321742.301,4038063.907,5.410,EU

5401,321740.151,4038060.105,5.240,EU

5402,321742.656,4038059.101,5.150,EU

5403,321742.853,4038050.600,5.150,EU

5404,321742.840,4038048.390,5.200,EU

5405,321744.552,4038047.318,5.140,EU

5406,321748.789,4038045.234,5.090,EU

5407,321747.413,4038046.197,5.080,EU

5408,321752.653,4038045.661,6.830,EU

5409,321754.111,4038055.050,4.870,EU

5411,321753.735,4038052.718,7.800,EU

5412,321759.602,4038052.340,8.050,EU

5413,321755.973,4038048.381,7.920,EU

5414,321742.814,4038074.367,4.760,EDI

5415,321717.942,4038055.328,5.230,R

5416,321714.615,4038053.387,5.080,R

5417,321718.467,4038046.456,4.970,R

6001,321699.737,4038086.244,5.630,B1

6002,321729.262,4038040.292,4.840,B2

6003,320361.260,4036878.011,-0.100,Insertado

6004,320378.068,4036897.275,-0.100,Insertado

6005,320394.315,4036915.926,-0.100,Insertado

6006,320405.641,4036927.344,-0.100,Insertado

6007,320427.001,4036941.329,-0.100,Insertado

6008,320435.800,4036942.684,-0.100,Insertado

6009,320470.661,4036954.168,-0.100,Insertado

6010,320502.182,4036989.934,-0.100,Insertado

6011,320511.565,4037000.936,-0.100,Insertado

6012,320521.330,4037013.206,-0.100,Insertado

6013,320534.720,4037031.492,-0.100,Insertado

6014,320548.733,4037050.142,-0.100,Insertado

6015,320556.704,4037057.743,-0.100,Insertado

6016,320561.533,4037065.255,-0.100,Insertado

6017,320571.512,4037074.875,-0.100,Insertado

6018,320587.725,4037086.016,-0.100,Insertado

6019,320604.739,4037093.424,-0.100,Insertado

6020,320630.921,4037119.460,-0.100,Insertado

6021,320641.124,4037132.059,-0.050,Insertado

6022,320662.468,4037154.113,-0.100,Insertado

6023,320677.930,4037167.868,-0.100,Insertado

6024,320697.515,4037180.738,-0.100,Insertado

6025,320706.212,4037183.190,-0.100,Insertado

6026,320714.775,4037185.077,-0.100,Insertado

6027,320730.060,4037195.027,-0.100,Insertado

6028,320736.012,4037202.366,-0.100,Insertado

6029,320745.775,4037212.228,-0.100,Insertado

6030,320757.112,4037222.910,-0.100,Insertado

6031,320770.316,4037233.630,-0.100,Insertado

6032,320784.055,4037243.401,-0.100,Insertado

6033,320797.201,4037253.117,-0.100,Insertado

6034,320813.063,4037259.890,-0.100,Insertado

6035,320837.888,4037274.285,-0.100,Insertado

6036,320845.067,4037281.020,-0.100,Insertado

6037,320866.985,4037300.445,-0.100,Insertado

6038,320882.766,4037313.286,-0.100,Insertado

6039,320896.083,4037322.410,-0.100,Insertado

6040,320909.653,4037330.307,-0.100,Insertado

6041,320944.172,4037357.907,-0.100,Insertado

6042,320976.163,4037377.665,-0.100,Insertado

6043,321004.432,4037396.095,-0.100,Insertado

6044,321021.159,4037403.890,-0.100,Insertado

6045,321045.687,4037416.676,-0.100,Insertado

6046,321073.102,4037431.209,-0.100,Insertado

6047,321094.441,4037443.336,-0.100,Insertado

6048,321119.277,4037457.000,-0.100,Insertado

6049,321139.899,4037468.856,-0.100,Insertado

6050,321160.880,4037483.603,-0.100,Insertado

6051,321177.208,4037493.652,-0.100,Insertado

6052,321208.313,4037511.310,-0.100,Insertado

6053,321224.485,4037522.143,-0.100,Insertado

6054,321242.042,4037537.840,-0.100,Insertado

6055,321263.375,4037554.893,-0.100,Insertado

6056,321290.337,4037580.778,-0.100,Insertado

6057,321307.524,4037597.303,-0.100,Insertado

6058,321330.247,4037615.452,-0.100,Insertado

6059,321346.458,4037625.482,-0.100,Insertado

6060,321367.945,4037638.384,-0.100,Insertado

6061,321391.781,4037652.055,-0.100,Insertado

6062,321423.827,4037673.324,-0.100,Insertado

6063,321448.798,4037693.916,-0.100,Insertado

6064,321470.659,4037712.729,-0.100,Insertado

6065,321487.396,4037727.904,-0.100,Insertado

6066,321500.438,4037738.658,-0.100,Insertado

6067,321519.717,4037755.821,-0.100,Insertado

6068,321538.274,4037773.581,-0.100,Insertado

6069,321556.398,4037788.828,-0.100,Insertado

6070,321569.368,4037796.223,-0.100,Insertado

6071,321591.099,4037807.492,-0.100,Insertado

6072,321612.027,4037817.123,-0.100,Insertado

6073,321633.283,4037830.575,-0.100,Insertado

6074,321650.312,4037847.718,-0.100,Insertado

6075,321670.239,4037868.488,-0.100,Insertado

6076,321683.436,4037881.138,-0.100,Insertado

6077,321701.798,4037899.696,-0.100,Insertado

6078,321714.978,4037912.545,-0.100,Insertado

6079,321736.759,4037933.876,-0.100,Insertado

6080,321751.855,4037949.950,-0.100,Insertado

6081,321809.497,4038001.508,-0.100,Insertado

6082,321826.078,4038014.020,-0.100,Insertado

6083,321841.837,4038025.412,-0.100,Insertado

6084,321851.680,4038031.780,-0.100,Insertado

6085,321862.427,4038039.202,-0.100,Insertado

6086,321875.799,4038048.978,-0.100,Insertado

6087,321887.700,4038058.964,-0.100,Insertado

6088,321896.043,4038064.930,-0.100,Insertado

6089,321908.688,4038074.073,-0.100,Insertado

6090,321925.215,4038084.075,-0.100,Insertado

6091,321941.171,4038094.000,-0.100,Insertado

6092,321955.651,4038101.880,-0.100,Insertado

6093,321971.482,4038111.584,-0.100,Insertado

6094,321984.733,4038120.398,-0.100,Insertado

6095,322002.195,4038132.231,-0.100,Insertado

6096,322025.812,4038147.982,-0.100,Insertado

6097,322042.584,4038158.180,-0.100,Insertado

6098,322067.216,4038173.185,-0.100,Insertado

6099,322079.795,4038181.747,-0.100,Insertado

6100,322098.303,4038194.797,-0.100,Insertado

6101,322116.342,4038206.978,-0.100,Insertado

6102,322135.318,4038221.813,-0.100,Insertado

6103,322161.586,4038240.337,-0.100,Insertado

6104,322183.891,4038256.320,-0.100,Insertado

6105,322206.340,4038275.097,-0.100,Insertado

6106,322222.862,4038288.890,-0.100,Insertado

6107,322250.473,4038309.778,-0.100,Insertado

6108,322271.188,4038324.561,-0.100,Insertado

6109,322289.595,4038338.528,-0.100,Insertado

6110,322304.332,4038352.002,-0.100,Insertado

6111,322321.374,4038366.119,-0.100,Insertado

6112,322337.796,4038382.709,-0.100,Insertado

6113,322364.215,4038401.817,-0.100,Insertado

6114,322378.630,4038412.808,-0.100,Insertado

6115,322399.147,4038428.088,-0.100,Insertado

6116,322416.884,4038441.584,-0.100,Insertado

6117,322438.194,4038462.450,-0.100,Insertado

6118,322455.906,4038481.549,-0.100,Insertado

6119,322471.808,4038497.745,-0.100,Insertado

6120,322497.536,4038520.622,-0.100,Insertado

6121,322517.257,4038536.596,-0.100,Insertado

6122,322531.623,4038548.634,-0.100,Insertado

6123,322549.260,4038563.473,-0.100,Insertado

6124,322562.451,4038574.449,-0.100,Insertado

6125,322576.946,4038587.062,-0.100,Insertado

6126,322604.899,4038605.338,-0.100,Insertado

6127,322621.350,4038617.226,-0.100,Insertado

6128,322635.491,4038629.087,-0.100,Insertado

6129,322653.770,4038640.772,-0.100,Insertado

6130,322671.622,4038652.963,-0.100,Insertado

6131,322689.574,4038662.925,-0.100,Insertado

6132,322704.317,4038672.624,-0.100,Insertado

6133,322717.196,4038679.803,-0.100,Insertado

6134,322739.551,4038691.415,-0.100,Insertado

6135,322759.913,4038705.724,-0.100,Insertado

6136,322771.716,4038712.357,-0.100,Insertado

6137,322784.836,4038721.543,-0.100,Insertado

6138,322797.827,4038731.113,-0.100,Insertado

6139,322813.227,4038741.711,-0.100,Insertado

6140,322828.386,4038752.003,-0.100,Insertado

6141,322845.458,4038763.746,-0.100,Insertado

6142,322864.507,4038774.573,-0.100,Insertado

6143,322873.438,4038780.588,-0.100,Insertado

6144,322895.416,4038790.638,-0.100,Insertado

6145,322906.375,4038794.850,-0.100,Insertado

6146,322920.139,4038800.370,-0.100,Insertado

6147,322934.907,4038804.246,-0.100,Insertado

6148,322952.538,4038808.850,-0.100,Insertado

6149,322964.456,4038811.637,-0.100,Insertado

6150,322976.816,4038813.441,-0.100,Insertado

6151,322988.840,4038813.851,-0.100,Insertado

6152,323005.423,4038811.698,-0.100,Insertado

6153,323032.156,4038811.478,-0.100,Insertado

6154,323044.709,4038812.713,-0.100,Insertado

6155,323060.890,4038813.779,-0.100,Insertado

6156,323083.332,4038813.941,-0.100,Insertado

6157,323108.025,4038813.685,-0.100,Insertado

6158,323123.319,4038812.433,-0.100,Insertado

6159,323145.360,4038812.081,-0.100,Insertado

6160,323163.586,4038812.770,-0.100,Insertado

6161,323179.249,4038812.126,-0.100,Insertado

6162,323193.499,4038811.321,-0.100,Insertado

6163,323226.727,4038807.930,-0.100,Insertado

6164,323241.575,4038807.746,-0.100,Insertado

6165,323250.252,4038807.455,-0.100,Insertado

6166,323260.015,4038815.113,-0.100,Insertado

6167,323268.223,4038823.314,-0.100,Insertado

6168,323276.349,4038842.214,-0.100,Insertado

6169,323280.145,4038853.046,-0.100,Insertado

6170,321348.100,4037644.156,1.900,Insertado

6171,321875.960,4038108.968,3.050,Insertado

6172,322029.037,4038214.206,3.650,Insertado

6173,322881.177,4038813.657,2.900,Insertado

6174,321600.959,4037882.517,1.490,Insertado

6175,321599.765,4037883.471,1.490,Insertado

6176,321594.356,4037886.843,1.490,Insertado

6177,321591.257,4037889.013,1.490,Insertado

6178,321587.346,4037891.330,1.490,Insertado

6179,321581.258,4037894.315,1.490,Insertado

6180,321579.690,4037894.380,1.490,Insertado

6181,321587.848,4037899.558,1.490,Insertado

6182,321591.856,4037898.644,1.490,Insertado

6183,321597.075,4037897.592,1.490,Insertado

6184,321602.265,4037897.731,1.490,Insertado

6185,321607.417,4037896.652,1.490,Insertado

6186,321613.216,4037895.057,1.490,Insertado

6187,321618.514,4037893.746,1.490,Insertado

Replanteo de puntos de ejes de espigones:

Espigón 1:

EMPLAZAMIENTO PUNTO	EJE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Tierra	Principal	323241,92	4038813,04
Quiebro de Eje en mar	Principal	323200,41	4038728,90
Final en mar	Principal	323161,07	4038709,61

Espigón 2:

EMPLAZAMIENTO PUNTO	EJE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Tierra	Principal	322801952	4038746,56
Quiebro de Eje en mar	Principal	322860,61	4038662,10
Final en mar	Principal	322924,65	4038667,23

Espigón 3:

EMPLAZAMIENTO PUNTO	EJE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Tierra	Principal	321712,28	4037925,29
Final en Mar	Principal	321798,69	4037823,46
En el Mar	Secundario	321829,33	4037849,16
En el Mar	Secundario	321768,04	4037797,75

Espigón 4:

EMPLAZAMIENTO PUNTO	EJE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Tierra	Principal	321018,30	4037419,78
Final en Mar	Principal	321122,35	4037297,15
En el Mar	Secundario	321153,00	4037322,85
En el Mar	Secundario	321091,70	4037271,44

Espigón 5:

EMPLAZAMIENTO PUNTO	EJE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Tierra	Principal	320425,93	4036951,90
Quiebro de Eje en mar	Principal	320486,02	4036880,51
Final en mar	Principal	320584,32	4036850,79

Base topográfica de replanteo:

Demarcación de Costas en :  
**ANDALUCIA-MEDITERRANEO**

RESEÑA DE VERTICE

Título:

**ESTUDIO ECOCARTOGRÁFICO DEL LITORAL DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA**

Provincia:

**MÁLAGA**

T. Municipal:

**MARBELLA**

Fecha:

**Enero 2005**

Vértice:

**B.45A**

Expediente:

**28-2166/01**

Situación:

Situado en la playa de San Pedro de Alcántara, frente al gran paseo de acceso a la misma, que parte de la rotonda existente en el centro del casco urbano y CN.340. La caseta está en centro de la playa seca, al lado levante de la salida y cauce de la obra de fábrica.

Señal:

Clavo de latón (señal reglamentaria), empotrado en parte superior de caseta baja (alcantarillado).

Coordenadas U.T.M ETRS 89

X =

**322048,38**

Y =

**4038203,74**

Z =

**4,25**

Huso

**30 S**

Hoja 1/50000

**1072**  
**15-46**

Coordenanas Geográficas

Latitud-N

**4º 59' 10.4715" W**

Longitud-W

**36º 28' 21.3927" N**

Anamorfosis

**0,9999896398**

Convergencia

**-1 10'48,937"**

Croquis:



Fotografía:



Anejo nº3: Geología y Geotecnia.

(No varía respecto el proyecto básico)

### ANEJO Nº3: GEOLOGÍA Y GEOTECNICA

#### INDICE:

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	GEOLOGÍA DEL ENTORNO .....	2
3	TRABAJOS DE CAMPO .....	9
2.1	<i>SEDIMENTOLOGÍA</i> .....	9
2.2	<i>GEOFÍSICA</i> .....	11

## ANEJO N°3: GEOLOGÍA Y GEOTECNICA

## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se procede, por una parte, a definir el contexto geológico del entorno, y por otra parte, a exponer la interpretación de los resultados obtenidos de las campañas de campo sedimentológica y geofísica, a fin de caracterizar el marco geomorfológico del tramo litoral en estudio, mediante el estudio de la composición y consolidación del terreno sobre el que se desarrollará la actuación a diseñar.

## 2 GEOLOGÍA DEL ENTORNO

## 2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

A escala regional, la zona objeto de estudio se localiza en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, las cuales forman, junto con las Cordilleras del Rif del norte de África, el segmento más occidental del orógeno alpino-mediterráneo. Estas dos cordilleras, separadas en la actualidad por la cuenca neógena de Alborán, se localizan entre dos zócalos hercínicos, el Ibérico al norte y el Africano al sur.

Las denominadas Béticas constituyen la gran unidad orográfica y geológica del S y SE de la Península Ibérica, donde se incluyen los relieves montañosos situados al sur del río Guadalquivir y los que continúan hacia el ENE por la provincia de Albacete (Castilla-La Mancha), Murcia y la mitad meridional de la Comunidad Valenciana, limitando al N con el Macizo Ibérico y con la Cordillera Ibérica. Los límites al SO, S y SE coinciden con el litoral atlántico y mediterráneo, pero no hay duda de que la cordillera se prolonga bajo los mares adyacentes para conectar con otros dominios alpinos: el Rif norteafricano y las Baleares. Por tanto, la totalidad del sustrato del Mar de Alborán, gran parte del sustrato del Golfo de Cádiz y una parte de los fondos del Mediterráneo, entre las costas de Valencia y Murcia y las islas, pueden considerarse porciones sumergidas de esta cadena (Geología de España, IGME-SGE, 2004).

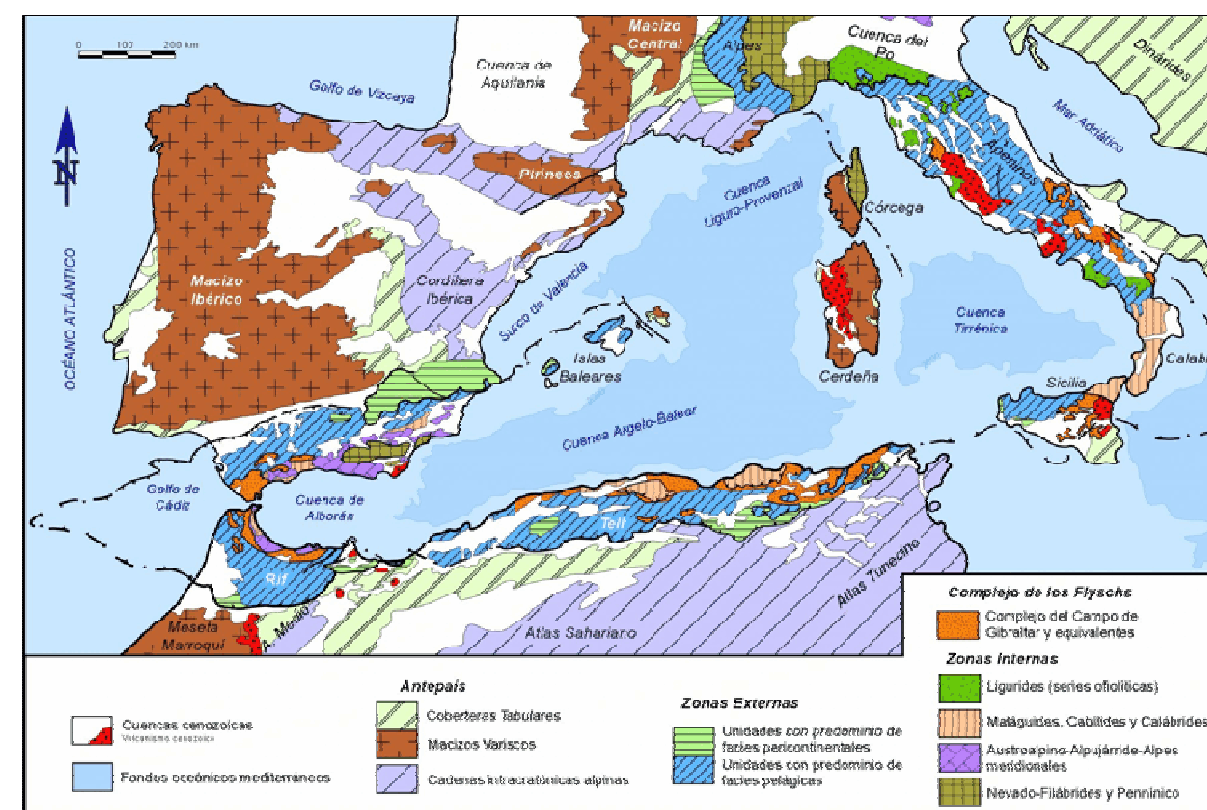


Figura 1. Mapa Geológico del segmento occidental del Orógeno Alpino circunmediterráneo  
(Tomado de Geología de España. IGME-SGE. 2004)

En la cordillera se diferencian clásicamente tres grandes conjuntos (ver figura nº 1): las Zonas Externas, que comprenden a los materiales mesozoicos y terciarios del antiguo margen continental localizado al sur y sureste de la Placa Ibérica; las Zonas Internas, que constituyen un fragmento de una microplaca (Subplaca Mesomediterránea) que se desplazó hacia el oeste hasta colisionar con el margen antes citado y formar la cordillera y el Complejo del Campo de Gibraltar (Vera, 1994) que aflora mayoritariamente en las provincias de Cádiz y Málaga, si bien sus afloramientos altamente tectonizados pueden seguirse hacia el E hasta las proximidades de Murcia.

La compleja estructuración de la cordillera se resuelve mediante una sucesión de alineaciones montañosas de directriz ENE-OSO entre las que se disponen los extensos afloramientos de sedimentos neógenos y cuaternarios de las denominadas cuencas postorogénicas.

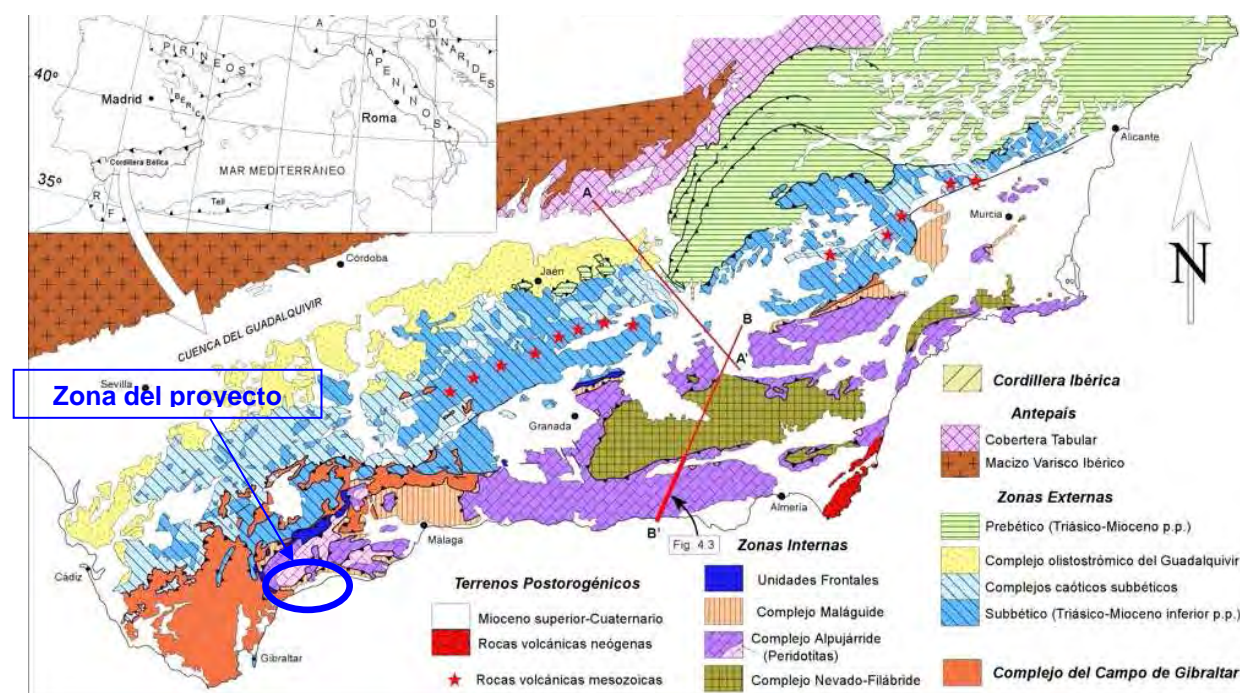


Figura 2. Esquema geológico de la Cordillera Bética y localización del proyecto

Una breve descripción de las grandes unidades de las Cordilleras Béticas, se acompaña a continuación.

#### • Zonas Externas

Afloran en la parte septentrional de la Cordillera, a lo largo de una banda de dirección ENE-OSO y con una anchura media de 80-100 km, constituyendo la cobertera sedimentaria mesozoico-terciaria del margen sudibérico, plegada y despegada de su zócalo. Dentro de las Zonas Externas, desde los primeros estudios de la cadena se diferenciaron dos grandes unidades: Prebético y Subbético, ambas formadas por sucesiones de rocas sedimentarias que abarcan desde el Triásico al Terciario, siendo frecuente que se muestren muy deformadas pero poco afectadas por el metamorfismo alpino ya que las deformaciones tuvieron lugar en los niveles superficiales de la corteza.

#### • Zonas Internas

Afloran en la parte meridional de la Cordillera, reconociéndose dentro de ellas tres complejos o unidades de rango mayor, superpuestas tectónicamente, que en orden de superposición son los denominados:

- Nevado-Filábride
- Alpujárride
- Maláguide

que constituyen conjuntos de mantos de corrimiento apilados, desde el tectónicamente más bajo al más alto, respectivamente. De los tres complejos alóctonos, los dos primeros están intensamente afectados por la deformación y metamorfismo alpinos. Los Maláguides, sin embargo, poseen una cobertera mesozoica y terciaria discordante, de rocas no metamórficas y sin huellas apreciables de deformación interna. Las unidades Nevado-Filábrides registran su paso por condiciones metamórficas de bajo gradiente térmico (baja temperatura-alta presión), seguidas de otras con gradientes térmicos más altos. En los Alpujárrides, el metamorfismo es de gradientes intermedios, evolucionando hacia gradientes de alta temperatura-baja presión. Tanto en Nevado-Filábrides como en Alpujárrides, se han desarrollado cabalgamientos a escala de la Corteza, si bien la organización estructural originada por esos grandes accidentes tectónicos ha sido modificada por otros cabalgamientos posteriores de magnitud subordinada. Los Alpujárrides se han corrido por encima de los Nevado-Filábrides y los Maláguides por encima de los Alpujárrides. La estructura actual de las Zonas Internas es complejísima debido a las deformaciones iniciadas en el Cretácico superior y finalizadas en el Aquitaniense dentro la propia Subplaca, así como al desplazamiento de la misma hacia el oeste hasta colisionar con el margen sudibérico al final del Mioceno inferior. La ingente pila de mantos formada por estos tres complejos se ha construido como resultado de una evolución orogénica independiente de la establecida para las Zonas Externas. Las relaciones estructurales actuales entre Zonas Externas/Zonas Internas se consiguen, sobre todo, mediante la yuxtaposición entre ambas, como consecuencia del importante desplazamiento lateral relativo de las Zonas Internas hacia el W (casi generalmente aceptado hoy). A este evento le siguen episodios compresivos responsables del cabalgamiento más tardío del conjunto de las Zonas Internas sobre las Externas. Entre las Zonas Internas y Externas afloran extensamente en el sector occidental de la cordillera las Unidades del Campo de Gibraltar, dominio de atribución dudosa.

#### • Complejo del Campo de Gibraltar

Está constituido por sucesiones cretácico-terciarias de la cobertera sedimentaria de la corteza oceánica del Surco de los Flysch Béticos (Martín-Algarra, 1987, Reicherter et al., 1994). Se corresponden con facies marinas profundas y se reconocen láminas cabalgantes estructuralmente bien

organizadas y zonas con una estructura mal definida, con unidades fragmentarias englobadas en arcillas escamosas.

- **Depresiones Neógenas**

Se corresponden con las áreas que quedaron "deprimidas" tras la colisión entre las Zonas Internas y Externas acontecida durante el Mioceno medio. Estas áreas subsidentes se rellenaron por sedimentos del Mioceno superior-Pleistoceno; el relleno se inició bajo un régimen marino durante el Tortonense, pero la retirada marina permitió la acumulación de sedimentos continentales. Sus materiales tienen escasa deformación, apareciendo con disposición subhorizontal, configurando un relieve muy característico.

ESQUEMA DE UNIDADES GEOESTRUCTURALES

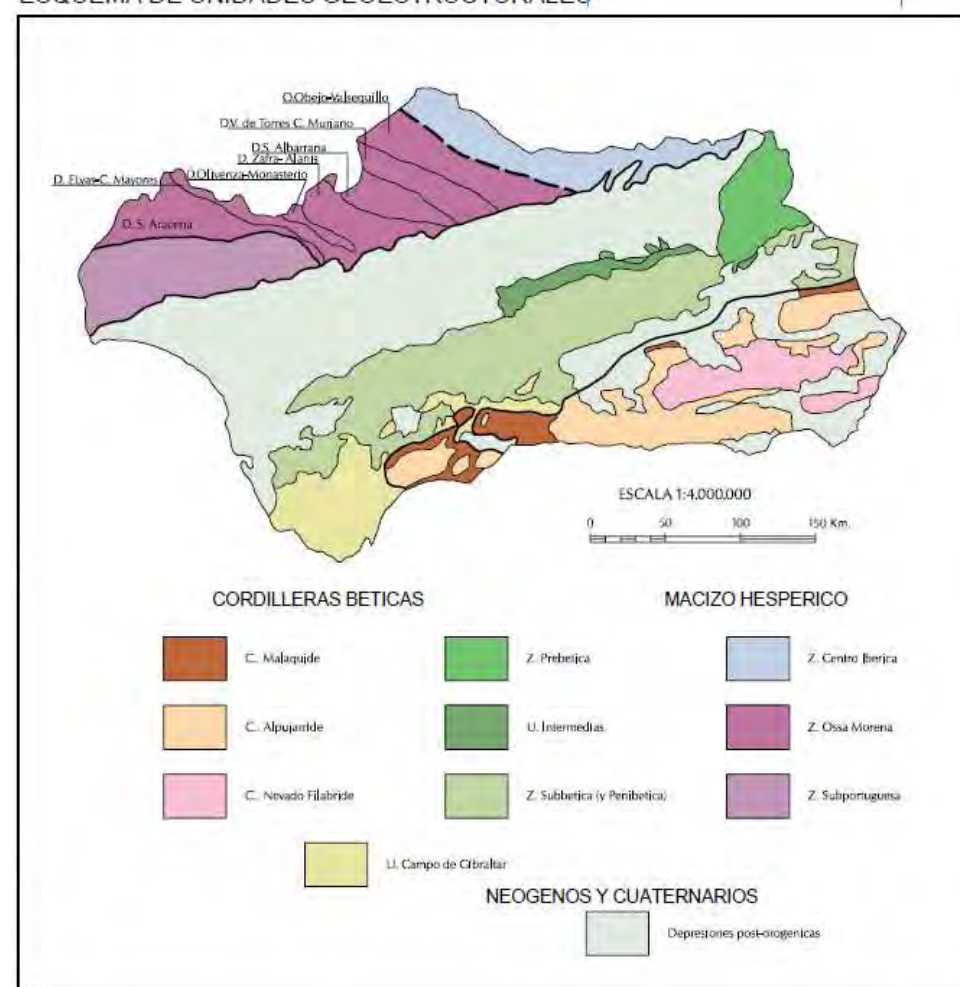


Figura 3. Esquema de unidades geoestructurales.

Fuente: Mapa geológico-minero de Andalucía. E=1:400.000 (Junta de Andalucía, 1985)

## 2.2 LITOLOGÍA

Se resumen a continuación los materiales que han sido cartografiados afectando a la zona de estudio y su entorno.

EDAD	UNIDAD CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN
CUATERNARIO	Q	Cuaternario indiferenciado
	Qp	Playas
PLIOCENO	T <sub>2</sub> <sup>o</sup>	Indiferenciado
	T <sub>2</sub> <sup>o</sup>	Arenas localmente con fauna
TRIÁSICO	P-T <sub>6</sub>	Areniscas rojas, arcillas, pizarras abigarradas y conglomerados de cuarzo
	T <sub>6</sub>	Brecha dolomítica

Cuadro 1. Unidades cartográficas en el entorno del proyecto

En cuanto a la estratigrafía, se puede decir que dentro del marco geográfico que abarca esta Hoja, es prácticamente imposible hacerse una idea de la complejidad tectónica de la región, y resulta muy difícil identificar formaciones presentes, debido a los potentes suelos desarrollados sobre ellas. No existen afloramientos que nos permitan levantar una columna estratigráfica completa. Los escasos y esporádicos que se pueden observar en las formaciones subbéticas sólo permiten recoger alguna muestra que nos indica su edad, y un aspecto parcial de su naturaleza.

Observando en la hoja la zona de trabajo, se puede comentar que la zona de estudio se encuentra en el Cuaternario reciente y en concreto en el Holoceno.

El entorno del paseo principalmente es de materiales de arenas y dunas (24) del Holoceno, estas a su vez apoyan sobre arenas y cantos de cuarcita y cuarzo (12) del Pleistoceno como se puede ver en el cuadro de la leyenda de la hoja. En los siguientes apartados se describe lo más representativo y cercano a la ubicación del proyecto.

### 2.2.1 Unidad Maláguide

Esta unidad representa la última unidad bética alóctona y se localiza al este-sudeste del área de estudio, situándose sobre el Alpujarride (bien sobre las peridotitas) y entra en contacto con la Unidad de Sierra Blanca mediante una gran fractura que lo limita.

- Unidad cartográfica P-TG. Areniscas rojas (Trías Germánico Inferior)

Estratigráficamente, sobre el Conglomerado de Marbella y, en general, sobre los materiales maláguides, yace discordante una formación de areniscas rojas. Repartidas de modo irregular, destaca por su tono rojo en la topografía regional.

Está organizado en paquetes masivos de 4 a 5 m de potencia y en bancos de 0,20 a 0,30 m; localmente caracterizado por intercalaciones de arcillas rojas.

Este conjunto litológico presenta una facie muy próxima a la del Trías Germánico Inferior.

- Unidad cartográfica TG. Calizas dolomíticas

Escasa e irregularmente repartidas, aparecen asociadas directamente o muy próximas a las areniscas rojas.

### 2.2.2 Plioceno

Las series pliocenas están situadas de manera subhorizontal en una zona comprendida entre las sierras y la línea de costa. Yacen discordantemente sobre niveles más antiguos. La base transgresiva es una formación conglomerática con cantospoligénicos inmersos en una matriz roja arcillo-arenosa, con intercalaciones de arcillas puras. Las facies más altas son arenas sueltas de color gris verdoso con aspecto de molasas. Abundan fragmentos de animales bentónicos, pectínidos, corales, ostreidos, escafópodos, gasterópodos, etc. Los autores datan a la serie con la edad entre el Tabianiense y el Plasenciense (Plioceno Medio-Superior). El ambiente sedimentario fue marino poco profundo y cercano a la costa.

### 2.2.3 Cuaternario

La sedimentación marina finaliza durante el Plioceno Medio-Superior, siendo los depósitos cuaternarios continentales y ligados a la topografía pliocuaternaria.

- Unidad cartográfica Q. Cuaternario indiferenciado

Se localizan cerca de la plataforma costera y se representan por amplios mantos bien desarrollados de grava y arenas embutidas en una matriz roja arcillosa.

- Unidad cartográfica QP. Playas

La costa de Marbella presenta una cadena montañosa paralela a ella con trazado rectilíneo. Su perfil es suave, prácticamente sin acantilados, y con un gran desarrollo de playas. Por estar muy próximas a las montañas, existen torrentes que, temporalmente, tienen un elevado poder de transporte, lo que motiva que en su desembocadura en el mar se acumulen en las playas grandes cantidades de bloques y cantos de composición y tamaño variables.

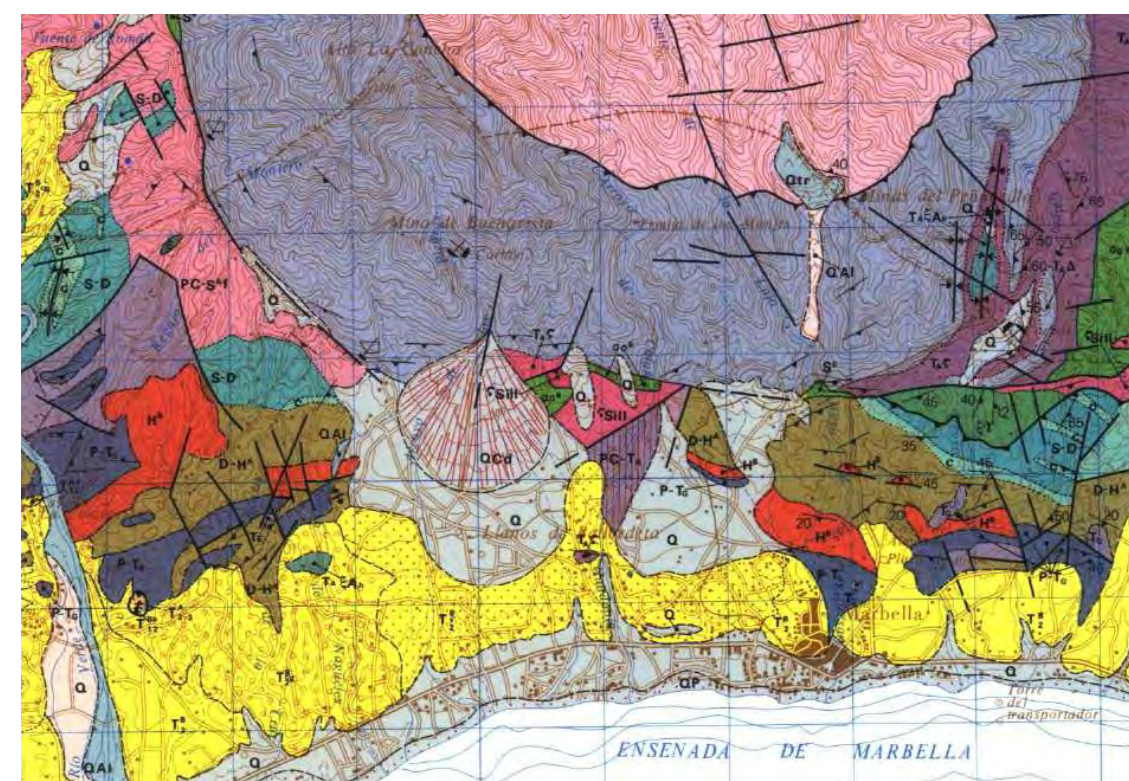


Figura 4. Fragmento del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50 000, hoja 1065 (Marbella)

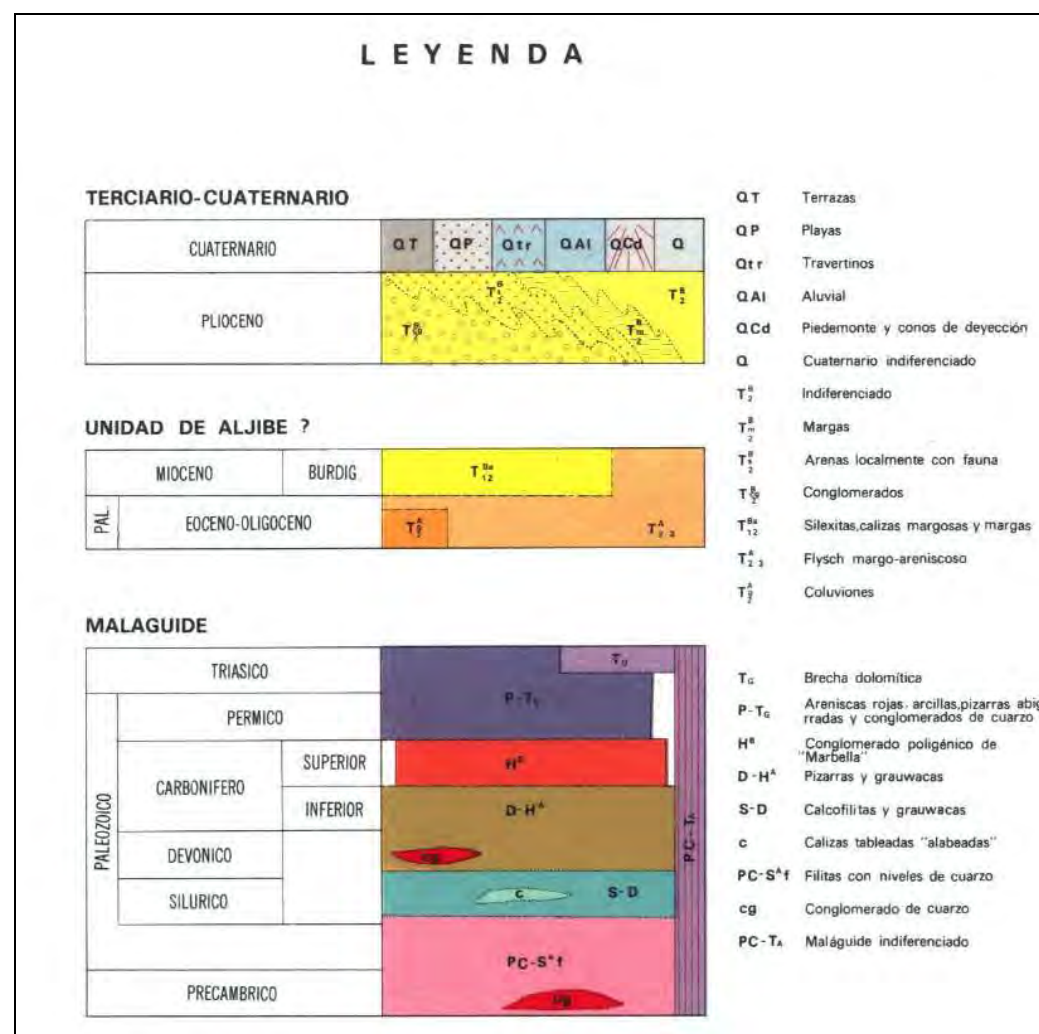


Figura 5. Leyenda de estratigrafía del mapa anterior

## 2.3 TECTÓNICA Y SISMICIDAD

Las características tectónicas desde el punto de vista regional del marco geológico del proyecto son complejas, ya que esta región de las Cordilleras Béticas siempre ha sido fuente de discusión, principalmente con las Unidades del Campo de Gibraltar, todo ello sumado a la presencia en la zona de los efectos que produce la tectónica del arco de Gibraltar.

La tectónica más reciente, y siempre al nivel regional, origina pliegues suaves de gran curvatura y fallas de importante componente vertical, en relación a estos movimientos puede explicarse la gran transgresión Pliocena. El efecto más importante de estos movimientos es sin duda

la apertura del estrecho de Gibraltar por hundimiento de un segmento intermedio entre las cordilleras Béticas y las cordilleras Rifeñas.

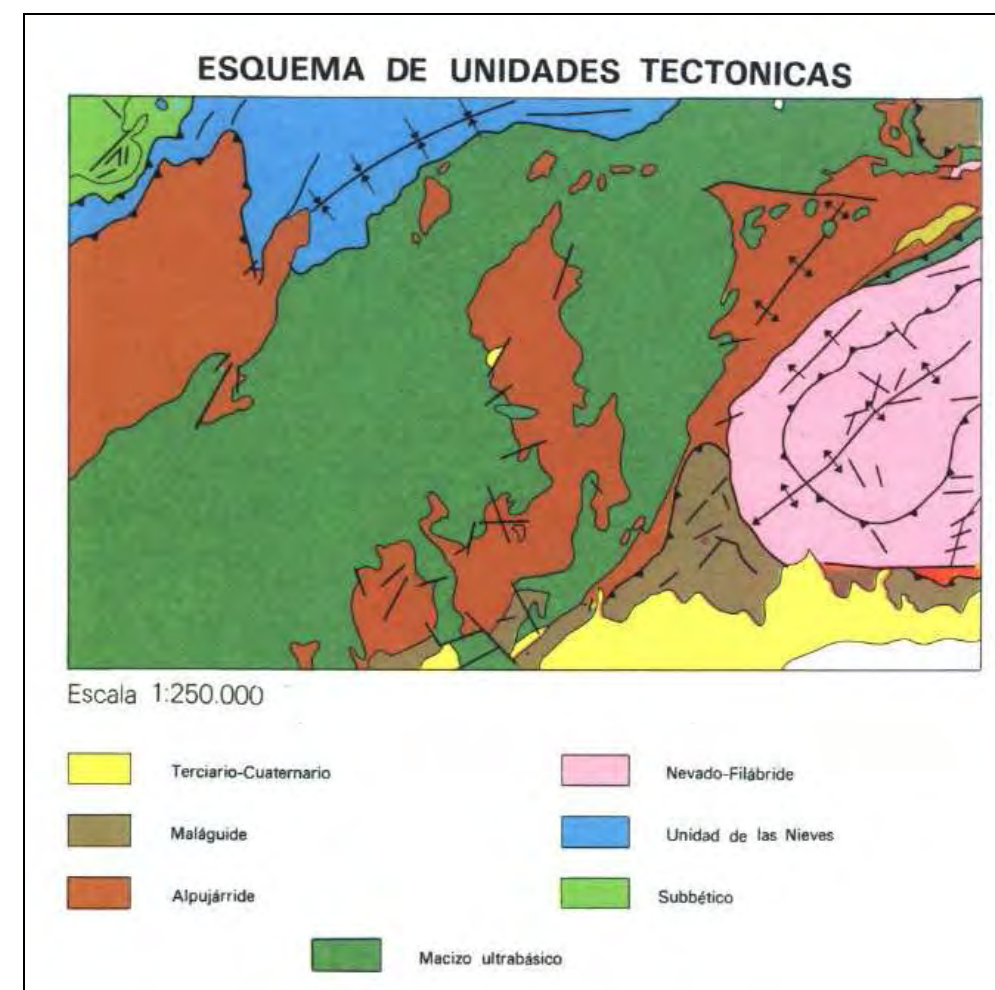


Figura 6. Esquema tectónico.  
Fuente: Mapa geológico. Hoja 1065. 8Marbella). E=1:50.000 (IGME, 1978)

La sismicidad actual da pie a pensar que gran parte de las estructuras geológicas modernas se deben al acercamiento de las placas africana y europea. Consultados los registros sísmicos en la zona (Instituto Geográfico Nacional y Junta de Andalucía) y que se han representado en las siguientes figuras, el área del proyecto no se presenta con una actividad sísmica importante. Los últimos sismos registrados en Andalucía, se localizan en los ejes Jaén, Granada, Málaga y Almería, así como en el Golfo de Cádiz.



Figura 7. Mapa general de la sismicidad de la Península Ibérica.  
Fuente: [www.ign.es](http://www.ign.es) (original a escala 1:2 250 000)

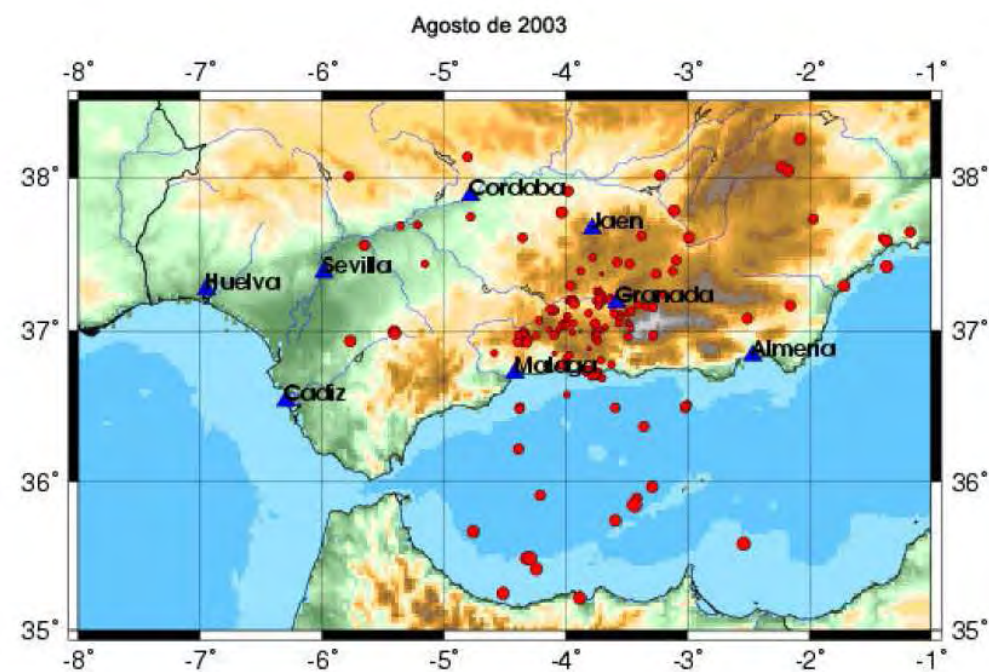


Figura 8. Mapa mensual de sismos de Andalucía. Fuente: Instituto Andaluz de Geofísica

Por último, hay que indicar que según la Norma Sismorresistente NCSE-02 y NCSP-07 -cuya zonación se recoge en la siguiente figura, el valor de la aceleración sísmica básica se muestra en 0,07g para la localidad de Marbella y un coeficiente de contribución K: 1,0.



Figura 9. Mapa de peligrosidad sísmica. Mapa de valores de la aceleración sísmica básica. y localización del proyecto. Fuente: Norma sismorresistente NCSE-02

## 2.4 HIDROGEOLOGÍA

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona del proyecto se sitúa en el contexto de los acuíferos costeros de Marbella-Estepona (ver figura adjunta).



Figura 10. Acuíferos costeros de Marbella-Estepona. Fuente: Atlas Hidrogeológico de Andalucía. 1998)

Este sistema de acuíferos se ubica en el área costera que se extiende desde el pueblo de Estepona, al oeste, hasta Punta Ladrones, al este, ocupando una estrecha franja litoral de unos 40 km de longitud y una anchura que oscila entre 2 y 4 km, la cual se ve limitada al norte por fuertes relieves topográficos. Se consideran acuíferos costeros de tipo detrítico, cuya recarga principalmente es llevada a cabo por recursos ajenos de la parte alta de su cuenca, y tienen un flujo subterráneo hacia el sector costero.

En el término municipal de Marbella éste se localiza a lo largo de toda la costa, ocupando una superficie de unos 55 km<sup>2</sup>. En esta zona se asientan la población de Marbella y numerosas urbanizaciones del municipio, desarrollándose una de las zonas turísticas más importantes de España. Desde el punto de vista geológico, se aloja en formaciones terciarias y cuaternarias apoyadas sobre el sustrato Paleozoico (Maláguide-Alpujarride) o sobre rocas cristalinas de permeabilidad muy baja o prácticamente nula. Los niveles del terciario, en su totalidad del Plioceno, están constituidos por una alternancia de arenas, conglomerados y arcillas, en las que predominan las primeras. El Cuaternario lo forman conglomerados y arenas de origen aluvial, arenas de playa, dunas, coluviones y piedemontes. Los materiales que ofrecen mayor interés hidrogeológico son los horizontes de conglomerados y arenas del Plioceno y los depósitos aluviales del Cuaternario.

Los niveles permeables del Plioceno presentan espesores que oscilan entre los 20 cm y los 10 m. En la mayor parte de los puntos, estos niveles más productivos se sitúan a profundidades comprendidas entre 60 y 120 m, soliendo hallarse en carga en la zona próxima al mar, dando lugar a

captaciones surgentes. Debido al incremento de las extracciones, en determinados sectores se han producido descensos del nivel piezométrico y esas captaciones han dejado de serlo.

Entre los depósitos cuaternarios, los aluviales constituyen los acuíferos de mayor interés, ya que litológicamente están constituidos por formaciones detríticas de elementos más groseros y porque reciben una mayor y más frecuente alimentación, al infiltrarse en ellos la escorrentía de los cursos de agua.

En cuanto al funcionamiento hidrogeológico de este sistema, puede decirse que la alimentación se produce fundamentalmente por la infiltración de la escorrentía de los cursos superficiales de agua del resto de la cuenca y por la infiltración directa de las precipitaciones sobre los acuíferos. Del área situada inmediatamente al norte de Marbella puede también recibirse una entrada lateral del Sistema de Acuíferos de Sierra Blanca-Sierra Bermeja. La descarga se produce de modo natural hacia el mar, a través de los niveles cuaternarios y de los niveles detríticos del Plioceno, y de modo artificial por bombeo en las captaciones.

El área situada al este del Río Real presenta una situación preocupante, observándose claros indicios de intrusión marina, debido a que la recarga estacional del acuífero es difícil, al no existir cursos superficiales importantes que lo alimenten, y a los continuos bombeos que se producen. Además de esto, en las proximidades de las desembocaduras de los ríos Verde, Guadaiza y Guadalmina, la superficie piezométrica alcanza cotas negativas durante épocas de estiaje, ya que los cauces superficiales que atraviesan estos terrenos desembocan directamente en el Mar Mediterráneo y son de régimen irregular.

En los puntos donde se realizan extracciones, o en las proximidades de ellos, los piezómetros reflejan claramente descensos progresivos o temporales muy estrechamente relacionados con el régimen de bombeo de cada zona. En algunos de estos casos, la superficie piezométrica se sitúa de manera ocasional o permanente por debajo del nivel del mar. En estos mismos sectores las aguas presentan conductividades elevadas y concentraciones de cloruros también altas.

Las aguas subterráneas de estos acuíferos pueden ser duras, extremadamente duras y de dureza media. Sus facies son bicarbonatadas magnésicas, bicarbonatadas cálcicas y sódicas, y cloruradas sódicas. Sus contenidos en sulfatos se consideran medios y bajos. Los contenidos en cloruros, primariamente presentan contenidos bajos, aunque localmente existe contaminación por

intrusión marina limitada a puntos aislados, más abundantes en el extremo oriental. Los compuestos nitrogenados presentan, en general, concentraciones bajas y sólo algunos puntos aislados superan los valores permitidos en nitratos y nitritos. Estos valores son indicativos de contaminaciones aisladas, que podrían ser consecuencia de prácticas agrícolas o ganaderas y especialmente urbanas.

A pesar de que la población que se concentra en estos terrenos es abastecida en su mayor parte por el Embalse de la Concepción, estos acuíferos son utilizados como complemento de esta fuente de suministro para abastecimiento de urbanizaciones, instalaciones de recreo, regadío, etc. Desde el punto de vista de su utilización para abastecimiento urbano, las aguas de estos acuíferos serían de calidad aceptable, si no fuera porque en muchos casos los contenidos en magnesio exceden los límites permitidos por las normas de potabilidad.

En relación a la protección natural del acuífero, la vulnerabilidad del Sistema de Acuíferos Costeros de Marbella-Estepona frente a la contaminación, que se puede definir como la susceptibilidad de un acuífero a que se contamine, se establece alta, debido tanto a la contaminación de sus aguas subterráneas como al aumento de la intrusión salina.

### 3 TRABAJOS DE CAMPO

#### 3.1 SEDIMENTOLOGÍA

El estudio de la composición textural del sedimento tiene su principal objetivo en obtener los parámetros granulométricos necesarios para la determinación del perfil de equilibrio de las playas y el cálculo del transporte sólido litoral, así como, el identificar la localización de la banda de materiales gruesos que se busca retirar para potenciar el uso lúdico de las playas mejorando la comodidad de los bañistas.

La figura y tabla a continuación, muestran la posición de las muestras tomadas para el desarrollo del presente estudio.

PERFIL	PLAYA	ZONA
15	San Pedro de Alcántara	Sector septentrional (NE) de la playa frente a la urbanización "Las Petunias"
40		Zona central de la playa frente al Paseo Marítimo "Fernando Moreno"
65	Linda Vista	Sector septentrional (NE) de la playa frente a la zona de chiringuitos

90	Guadalmina	Sector septentrional (NE) de la playa frente a la "Torre de Las Bóvedas"
115		Zona central de la playa al NE de los espigones existentes
140		Extremo meridional (SW) de la playa junto al río Guadalmina

Tabla 1. Localización de los perfiles muestreados en relación a las playas objeto de actuación.

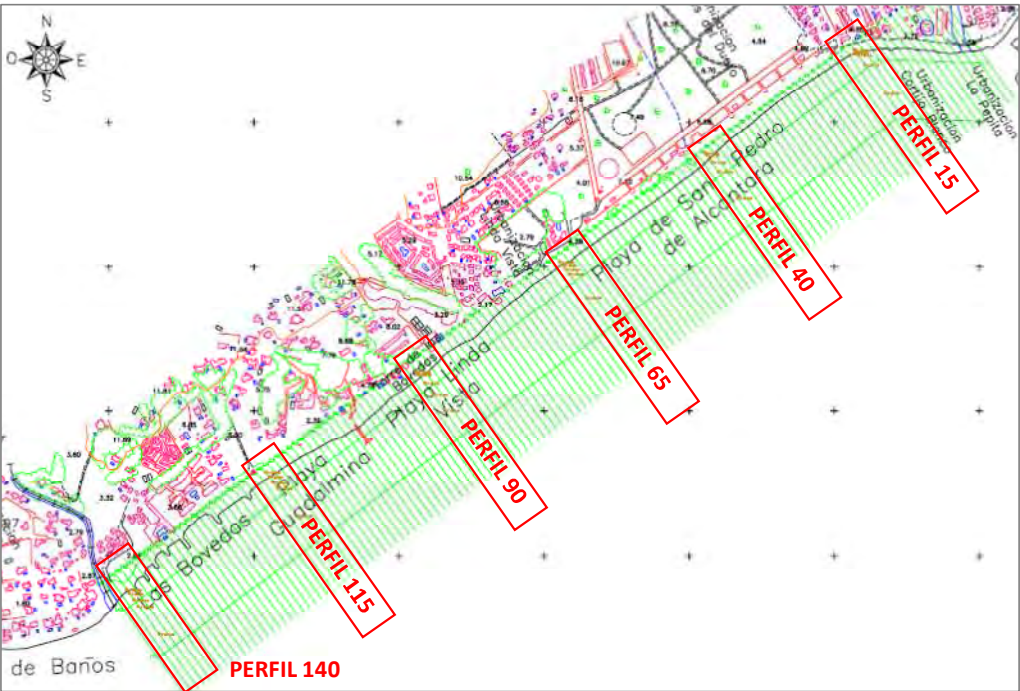


Figura 11. Posición de los puntos de muestreo de los sedimentos que componen las playas.

A partir de los tamaños medios de grano ( $D_{50}$ ) obtenidos del análisis granulométrico de las muestras, recogidos en la Tabla 2 (Campaña 1) y Tabla 3 (Campaña 2), se lleva a cabo la clasificación de los sedimentos que componen las playas de San Pedro de Alcántara (Tabla 4 y Tabla 5), en atención a los límites de las clases de tamaño propuestos por *Friedman y Sanders* en 1978 (véase 0). A la hora de interpretar los resultados obtenidos del análisis, cabe mencionar previamente que, los datos de la fracción gruesa del sedimento en el caso de la campaña nº2 reflejan con mayor fidelidad el tamaño real de la fracción de gravas existente en la zona objeto de Proyecto, como consecuencia del empleo de un mayor número de tamices de este rango en la granulometría.

COTAS (m NMMA)	$D_{50}$ (mm). PERFILES (DE SW a NE)						$D_{50}$ promedio por cotas (mm)
	P140	P115	P90	P65	P40	P15	
+1	0.74	0.81	0.62	0.45	0.73	0.73	0.68
0	2.6	> 4.75	1.62	0.7	0.51	3.42	2.27
-1	> 4.75	4.11	3.12	3.37	3.59	2.76	3.62
-2	0.33	0.33	0.36	0.19	0.27	0.24	0.29

-5	0.14	0.14	0.15	0.18	0.73	0.36	0.28
D <sub>50</sub> promedio por perfil (mm)	1.712	2.028	1.174	0.978	1.166	1.502	1.43

Tabla 2. Tamaños medios de grano (D<sub>50</sub>) de los sedimentos muestreados. Cotas referidas al NMMA. Campaña 1.

COTAS (m NMMA)	D <sub>50</sub> (mm). PERFILES (DE SW a NE)						D <sub>50</sub> promedio por cotas (mm)
	P140	P115	P90	P65	P40	P15	
+1	0.49	0.61	0.45	0.85	0.63	0.59	0.60
0	35.25	35.18	5.09	26.54	62.50	0.59	27.53
-1	4.81	0.41	0.41	0.57	0.41	0.74	1.23
-2.5	1.32	0.31	0.36	5.09	0.33	0.34	1.29
D <sub>50</sub> promedio por perfil (mm)	10.47	9.13	1.58	8.26	15.97	0.57	7.66

Tabla 3. Tamaños medios de grano (D<sub>50</sub>) de los sedimentos muestreados. Cotas referidas al NMMA. Campaña 2.

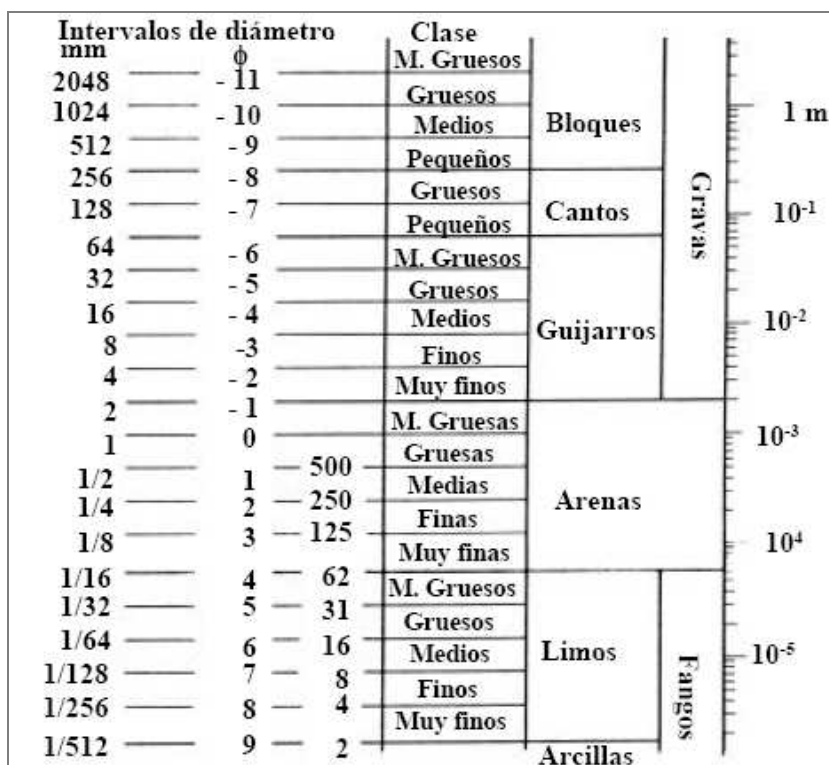


Figura 12. Clasificación del sedimento en función del tamaño medio de grano (Friedman y Sanders, 1978)

COTAS (m NMMA)	CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS A LO LARGO DEL TRAMO EN ESTUDIO. PERFILES (DE SW a NE)						Clasificación media por cotas
	P140 (SW Pl. Guadalmina)	P115 (Z. central Pl. Guadalmina)	P90 (NE Pl. Guadalmina)	P65 (Pl. Linda Vista)	P40 (Z. central Pl. S. Pedro de Alcántara)	P15 (NE Pl. S. Pedro de Alcántara)	
+1	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Arenas medias	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Arenas gruesas
0	Guijarros muy finos	Guijarros finos	Arenas muy gruesas	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Guijarros muy finos	Guijarros muy finos
-1	Guijarros finos	Guijarros finos	Guijarros muy finos	Guijarros muy finos	Guijarros muy finos	Guijarros muy finos	Guijarros muy finos
-2	Arenas medias	Arenas medias	Arenas medias	Arenas finas	Arenas medias	Arenas finas	Arenas medias
-5	Arenas finas	Arenas finas	Arenas finas	Arenas finas	Arenas gruesas	Arenas medias	Arenas medias
Clasificación por perfil	Arenas muy gruesas	Guijarros muy finos	Arenas muy gruesas	Arenas gruesas	Arenas muy gruesas	Arenas muy gruesas	Arenas muy gruesas

Tabla 4. Clasificación de los sedimentos que componen las playas de San Pedro de Alcántara en función de su tamaño de grano. Cotas referidas al NMMA. Campaña 1.

COTAS (m NMMA)	CLASIFICACIÓN DE LOS SEDIMENTOS A LO LARGO DEL TRAMO EN ESTUDIO. PERFILES (DE SW a NE)						Clasificación media por cotas
	P140 (SW Pl. Guadalmina)	P115 (Z. central Pl. Guadalmina)	P90 (NE Pl. Guadalmina)	P65 (Pl. Linda Vista)	P40 (Z. central Pl. S. Pedro de Alcántara)	P15 (NE Pl. S. Pedro de Alcántara)	
+1	Arenas medias	Arenas gruesas	Arenas medias	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Arenas gruesas	Arenas gruesas
0	Guijarros muy gruesos	Guijarros muy gruesos	Guijarros finos	Guijarros gruesos	Guijarros muy gruesos	Arenas gruesas	Guijarros gruesos
-1	Guijarros finos	Arenas medias	Arenas medias	Arenas gruesas	Arenas medias	Arenas gruesas	Arenas muy gruesas
-2.5	Arenas muy gruesas	Arenas medias	Arenas medias	Guijarros finos	Arenas medias	Arenas medias	Arenas muy gruesas
Clasificación por perfil	Guijarros medios	Guijarros medios	Arenas muy gruesas	Guijarros medios	Guijarros medios	Arenas gruesas	Guijarros finos

Tabla 5. Clasificación de los sedimentos que componen las playas de San Pedro de Alcántara en función de su tamaño de grano. Cotas referidas al NMMA. Campaña 2.

Se observa así como las playas objeto de estudio presentan una alta heterogeneidad en su composición, con un rango de tamaños de grano que abarca los grupos de las arenas y las gravas, desde arenas finas (D<sub>50</sub> entre 0.125 y 0.25 mm) hasta guijarros muy gruesos (de 32 a 64 mm).

La distribución de tamaños a lo largo del perfil de las playas, relacionada con la energía cinética media a la que ha sido sometido el ambiente sedimentario<sup>1</sup>, se presenta siguiendo 3 bandas diferenciadas en función de la profundidad:

<sup>1</sup> Corrales et al. (1977).

1) Playa seca (+1 - 0 m): compuesta por arenas medias y gruesas

2) Intermareal (0 - -1m): presencia de una franja de gravas, intercalada con arenas, que afloran en mayor medida en las los sectores meridional y septentrional de las playas de Guadalmina y San Pedro de Alcántara, respectivamente, asociados a las descargas torrenciales de los ríos Guadalmina y Guadaiza, para la Campaña 1, y que queda más concentrada batimétricamente en la línea de costa en la Campaña 2.

3) Perfil de playa sumergido (-2 - -5 m): constituido principalmente por arenas, de finas a muy gruesas.

Puesto que uno de los objetivos principales del presente Proyecto es la retirada del material grueso de las playas para aumentar la comodidad de los bañistas, se proyectará la extracción de la franja de gravas identificadas (materiales con  $D_{50} \geq 3$  mm) o, en su caso, por no considerarse finalmente viable esta opción, su recubrimiento con material de aportación más fino, resultando así un tamaño medio del sedimento restante de entre 0.6-0.7 mm (campañas 2 y 1, respectivamente).

Finalmente, cabe mencionar que, para una mayor estabilidad del perfil de las playas objeto de actuación, el material de aportación a las mismas para su regeneración deberá ser de tamaño medio ( $D_{50}$ ) algo superior, en torno a 0.8 mm.

### 3.2 GEOFÍSICA

De la campaña geofísica realizada se extrae que el espesor medio de sedimentos predominante en toda la zona de estudio es bajo, con valores absolutos de sedimento no consolidado que no alcanzan en muchas ocasiones el medio metro de espesor (color naranja de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) o que no superan el metro de magnitud (color amarillo). Este espesor se distribuye homogéneamente en prácticamente toda la zona prospectada.

Las zonas con valores absolutos por debajo de los 0.50 metros de espesor (color naranja) son consideradas en este estudio como zonas en las que el basamento acústico se encuentra aflorando en superficie o a pocas décimas de centímetros por debajo. Estas zonas están constituidas por afloramiento rocoso o por o acumulaciones de materiales que muestran una alta reflectividad sísmica

y que no permiten la penetración de la señal acústica. Estos materiales se podrían corresponder con gravas, rocas o arenas gruesas.

El espesor máximo observado en toda el área prospectada es de aproximadamente 3 metros de sedimento no consolidado (color verde).

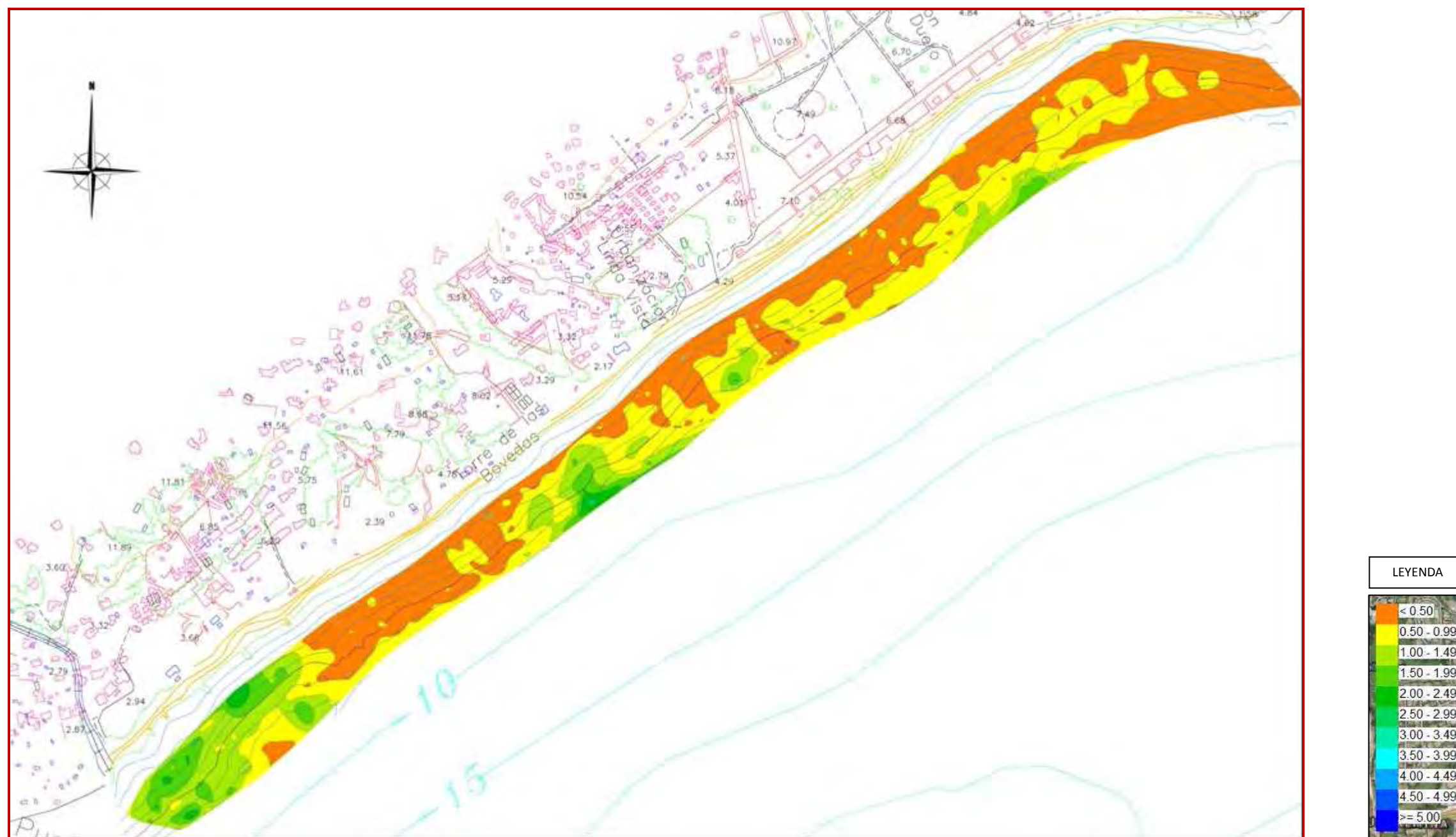


Figura 13. Mapa de espesores de sedimento no consolidado superpuesto con el levantamiento topo-batimétrico de detalle.

Las zonas en las que existen espesores sedimentarios no consolidados de magnitud entre 2 y 3 metros se localizan en tres depocentros bien delimitados: uno en el sector meridional del área prospectada, frente a la zona rigidizada con espigones de la playa de Guadalmina, desde los 2-3 m de profundidad hasta los 7; uno en el sector central de la zona de estudio, con dos sectores, el primero frente a la playa Linda Vista (entre los 5 y 6 m de profundidad) y el segundo frente a la Torre de Las Bóvedas a partir de la cota -3 m, ya en la playa de Guadalmina; y un último depocentro localizado en el extremo más oriental del área prospectada, adyacente al sector norte de la playa de San Pedro de Alcántara, entre 6 y 7 m de profundidad.

El depocentro meridional coincide con la propia desembocadura del río Guadalmina, y con la presencia de un conjunto de espigones construidos en esta zona. Este hecho podría explicar la mayor acumulación sedimentaria en relación con su zona adyacente de menor espesor.

Los depocentros localizados en playa de Linda Vista y San Pedro de Alcántara muestran una tendencia típica de progradación hacia mar abierto, es decir, con espesores menores hacia la costa y mayores hacia mar. En cambio en el caso del correspondiente al tramo final de la zona de estudio, lo que se puede observar es que existen dos pequeñas zonas colmatadas adyacentes a la línea de costa y gradualmente se produce una retrogradación mostrando espesores sedimentarios menores hacia mar.

A trechos generales se observa que a medida que nos acercamos al río Guadalmina, encontramos los depocentros con mayor espesor sedimentario. Por otra parte se ha podido observar que el material sedimentario depositado en la costa, aumenta considerablemente de tamaño a medida que nos acercamos a las mediaciones del río Guadaiza y progresivamente va disminuyendo hacia el sur. Estos dos hechos podrían estar relacionados con un control por dinámica sedimentaria en dirección NE-SW.

A continuación se muestran y se describen dos perfiles correspondientes a las zonas de máximo y mínimo espesor sedimentario, respectivamente, de la zona de estudio.

#### Perfil 1. Zona de máximo espesor sedimentario. Playa de Linda Vista

En la siguiente figura se muestra el registro interpretado de un perfil de una de las zonas de máximo espesor sedimentario del área prospectada, como es el depocentro adyacente a la playa de Linda Vista.

En este perfil se puede observar que, en el sector más oriental, existen zonas donde el espesor de sedimento no consolidado alcanza prácticamente los 3 metros de magnitud. Se trata de unos sedimentos que presentan generalmente una facies de baja reflectividad sísmica. Este hecho se traduce en una homogeneidad por parte del sedimento. Podría tratarse de arenas finas y fangos. Hecho que queda corroborado con los resultados de la granulometría de la muestra tomada a -5 m en el perfil 65 ubicado en esta playa.

En el sector más occidental, sin embargo, se puede observar una zona con presencia de materiales muy reflectivos. Esta zona podría interpretarse como un pequeño depósito de gravas o arenas gruesas.

En este perfil puede observarse claramente la morfología del basamento acústico de esta zona, mostrando profundidades variables en el sector oriental y llegando prácticamente a aflorar en el sector occidental.

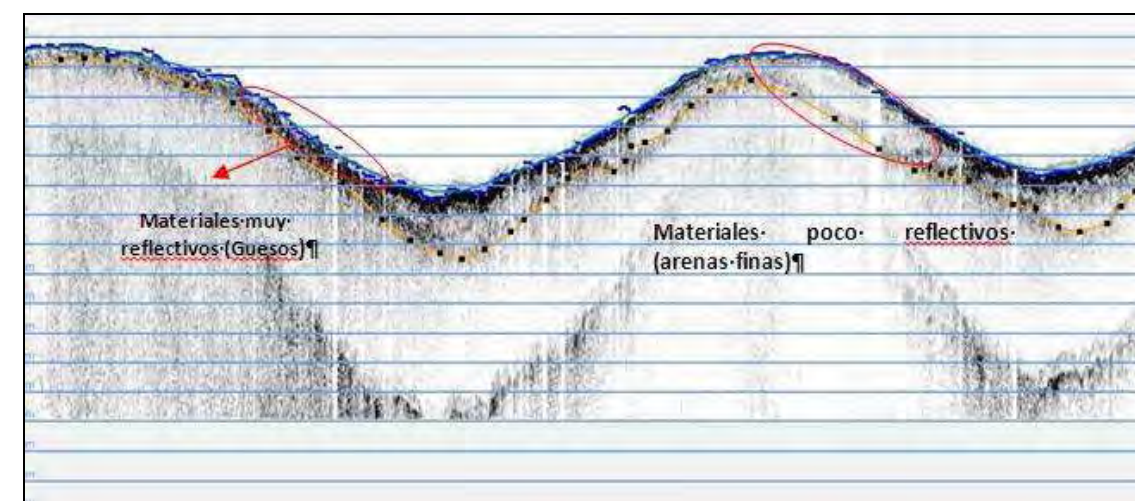


Figura 14. Ejemplo del registro sísmico procesado correspondiente a un perfil ubicado en la zona de playa Linda Vista. En color azul se muestra el reflector correspondiente al lecho marino. En color naranja se muestra el reflector que representa el basamento acústico. Los círculos en rojo muestran ejemplos de los tipos de materiales observados en toda esta zona.

## Perfil 2. Zona de poco espesor sedimentario. Playa de San Pedro de Alcántara

En la siguiente figura se muestra el registro interpretado de un perfil de una de las zonas de mínimo espesor sedimentario del área prospectada, como es el caso de la zona adyacente a la playa de San Pedro de Alcántara.

En este perfil podemos observar como el basamento acústico coincide prácticamente con el reflector que representa el lecho marino, y en algunas ocasiones éste acaba aflorando totalmente. Esto se traduce en espesores sedimentarios muy pequeños y en zonas con presencia de afloramiento rocoso. En este perfil podemos observar también la existencia de una zona de materiales sedimentarios de alta reflectividad que muestran un espesor aproximado entre 0.50 y 0.75 metros. Posiblemente, por sus características y su respuesta acústica, estos materiales se correspondan con gravas o arenas gruesas.

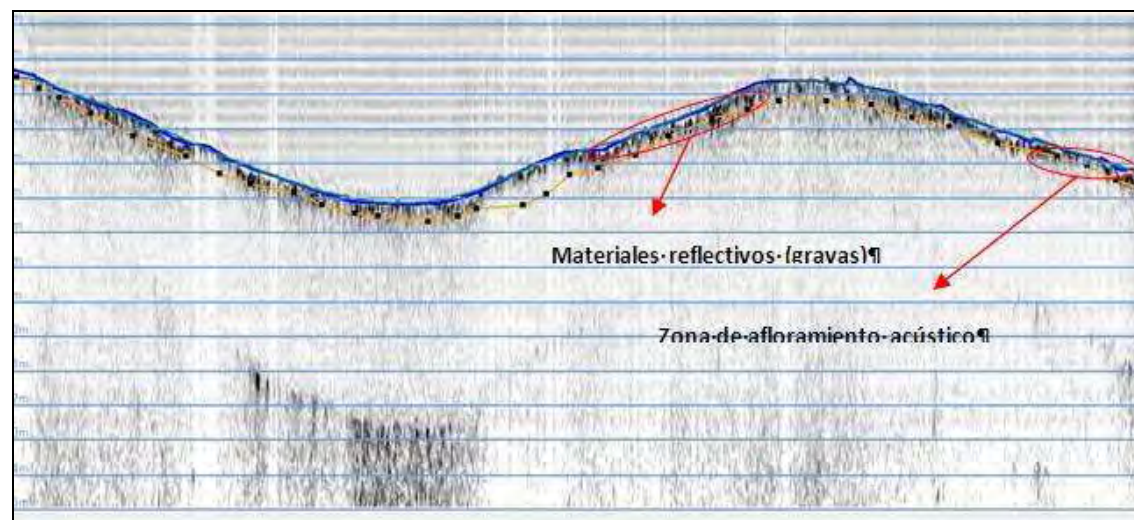


Figura 15. Ejemplo del registro sísmico procesado correspondiente a un perfil ubicado en la zona de la playa de Guadalmina. En color azul se muestra el reflector correspondiente al lecho marino. En color naranja se muestra el reflector que representa el basamento acústico. Los círculos rojos muestran ejemplos de los materiales observados en la zona y ejemplos de zona de afloramiento del basamento acústico.

Anejo nº4: Hidrología.  
(No varía respecto el proyecto básico)

ANEJO Nº4: HIDROLOGÍA.

INDICE.

1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL .....	2
2. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	7
3. CALIDAD DE LAS AGUAS VERTIDAS AL MAR.....	8

ANEJO Nº4: HIDROLOGÍA.

1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El término municipal de Marbella se localiza dentro de los límites de la Cuenca Mediterránea Andaluza, Sistema I - Serranía de Ronda, subsistema I-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce. Los cursos fluviales más importantes que atraviesan el término municipal de Marbella se presentan en la Tabla 1. Los ríos que tienen su desembocadura en la zona de actuación son los ríos Guadalmina y Guadaiza; además en ésta también se encuentra la desembocadura del arroyo del Chopo.

Nombre	Superficie Cuenca Total (Km <sup>2</sup> )	Longitud en el municipio (Km)	Desnivel (m)	Pendiente media (%)
RÍO GUADALMINA	67.40	22.62	960	4.29
RÍO GUADAIZA	64	22.18	700	-
RÍO VERDE	96.50	28.02	1560	4.89
RÍO REAL	28.5	11.17	-	-

Tabla 1. Características de los ríos más importantes de Marbella. Fuente: PGOU de Marbella

1.1. Arroyo del Chopo

Este arroyo nace en el embalse de la Medrana de pequeña capacidad y superficie y discurre aguas abajo hasta su desembocadura en el Mar Mediterráneo.

La vegetación de la ribera de este arroyo se corresponde con una formación arbolada de eucaliptal. Las vegetaciones arbóreas dominantes son eucaliptos (*Eucalyptus* sp) y chopos (*Populus* sp). La vegetación arbustiva representativa son la lavanda (*Lavandula stoechas*), zarza (*Rubus ulmifolius*) y palmito (*Chamaerops humilis*).

1.2. Río Guadaiza

Este río nace en las estribaciones de la Serranía de Ronda, entre la Sierra de Trinceruelos y los Cerros del Duque, en el extremo más septentrional del municipio de Benahavís. Su recorrido es rectilíneo pero con grandes desniveles de hasta 700 m. Se caracteriza por tener una gran actividad

erosiva puesta de relieve en el importante aluvial que ha formado en las proximidades de San Pedro de Alcántara.

Esta masa de agua para su caracterización en el Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza se divide en dos tramos, el Alto Guadaiza (masa de agua 0613091) y el Medio y Bajo Guadaiza (Figura 1). En este documento sólo se analiza el tramo Medio y Bajo pues es el que se engloba en el tramo costero del presente Proyecto.

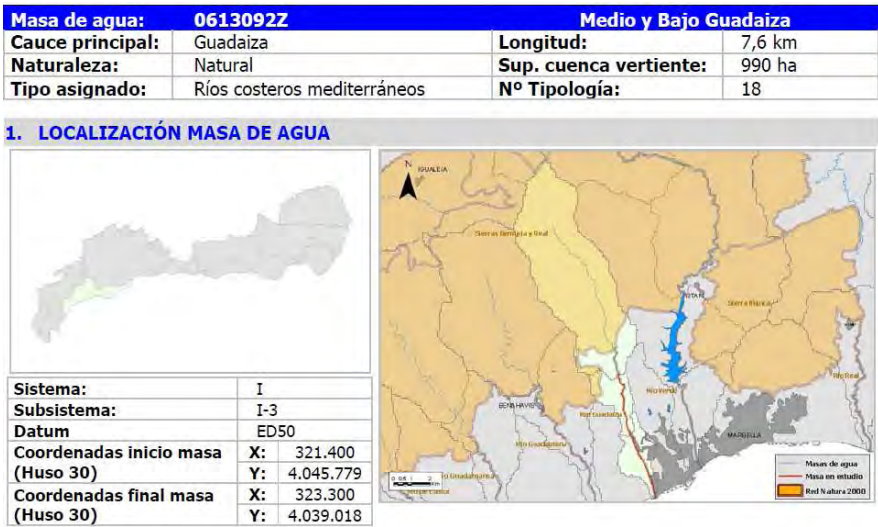


Figura 1. Medio y Bajo Guadaiza. Fuente: Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

En este tramo medio y bajo del río Guadaiza se han identificado como presiones (Figura 2) la presencia de gasolineras, los sistemas de captación y extracción de agua, la regulación del flujo por embalses y trasvases. Estas dos últimas presiones tienen una incidencia significativa en la masa de agua.

La única gasolinera detectada se ubica el tramo bajo, y no supone una incidencia ya que la distancia entre el cauce principal y ésta superior a los 500 m.

Adicionalmente, cabe reseñar que dentro de las actividades recreativas se identifican como presiones los campos de golf (en total se identifican dos), los cuales suponen una influencia significativa en la masa de agua.

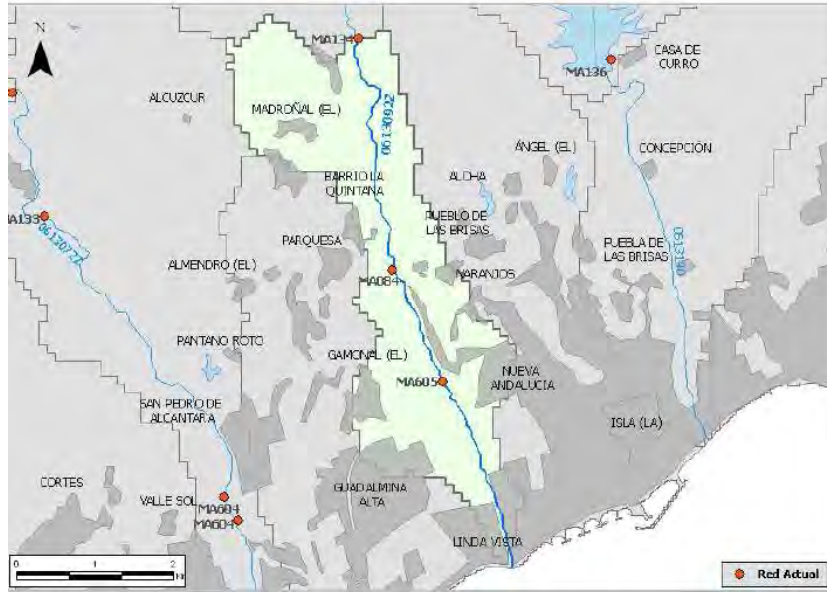
3. ANÁLISIS DE LAS PRESIONES

TIPO PRESIÓN	PRESENCIA/ AUSENCIA	SIGNIFICANCIA
<b>1. - Fuentes puntuales</b>		
- Vertidos urbanos		
• Vertidos con EDAR		
• Vertidos sin EDAR		
• Vertidos asimilables a urbanos		
- Vertidos industriales		
• Industria general		
- Industria IPPC		
- Vertidos IPPC-EPER		
- Otros vertidos industriales		
• Industrias Agroalimentarias		
- Instalaciones agroalimentarias		
- Mataderos IPPC		
- Vertidos almazaras		
- Vertidos salazones		
- Instalaciones ganaderas		
- Instalaciones ganaderas IPPC		
- Instalaciones ganaderas intensivas		
- Vertidos cebaderos		
- Actividad minera		
- Vertederos		
<b>2. - Fuentes difusas</b>		
- Gasolineras	✓	No
<b>3. - Extracción de agua</b>		
- Captaciones	✓	Sí
- Uso hidroeléctrico		
<b>4. - Regulación del flujo</b>		
- Embalses	✓	Sí
- Trasvases	✓	No
<b>5. - Alteraciones morfológicas</b>		
- Azudes y presas		
- Protección de márgenes		
- Encauzamientos		
- Otras alteraciones morfológicas (Vías comunicación, cobertura cauces y Proyecto Sauce)		
<b>6. - Otras incidencias</b>		
- Invasión por especies alóctonas		
- Zonas recreativas	✓	Sí
<b>7. - Usos del suelo</b>	✓	No

Figura 2. Análisis de las presiones. Fuente: Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

El Plan Hidrológico de la Cuenca Mediterránea Andaluza 2009-2015 recoge un análisis del estado ecológico y químico del río Guadaiza. El estado ecológico se valora a partir de elementos biológicos, hidromorfológicos y físico-químicos, mientras que el estado químico a partir de normas de calidad ambiental. El análisis se realizó a partir de muestras de agua tomadas en dos puntos de control (Figura 3).

Las condiciones de referencia de los indicadores de los elementos de calidad para esta masa de agua son las correspondientes a los “Ríos costeros mediterráneos”, ya que esta masa de agua presenta dicha tipología.



PUNTOS DE CONTROL					
CÓDIGO	TIPO ANÁLISIS	NOMBRE	AÑO	CONTROL	PROCEDENCIA
MA605	Macroinvertebrados, diatomeas, QBR-IHF, batería básica	San Pedro	2008-09	BIOLOGICO, FÍSICO-QUÍMICO, QUÍMICO	Red actual
MA084	Batería básica	Urb. La Quinta Golf	2008	FÍSICO-QUÍMICO, QUÍMICO	Red actual

Figura 3. Localización y caracterización de los puntos de control. Fuente: Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

La valoración del estado ecológico del tramo Medio y Bajo de la masa de agua del Guadaiza obtenida es calidad buena (Figura 4). A continuación se pasa a detallar los resultados de los parámetros biológicos e hidromorfológicos.

ESTACIÓN	CALIDAD BIOLÓGICA	CALIDAD FQ	CALIDAD HM	ESTADO ECOLÓGICO
MA604	BUENA	BUENA	MALA	BUENO
MA084	---	BUENA	---	

Figura 4. Estado ecológico. Fuente: Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

La calidad biológica es buena, mientras que la calidad hidromorfológica es mala (Figura 5). La calidad hidromorfológica se evalúa a partir del Índice de vegetación de ribera (QBR) y del Índice de hábitat fluvial (IHF). En este caso, se obtuvieron un QBR de 20 (malo) y un IHF de 68 (moderado) (Figura 6).

ESTACIÓN	FECHA MUESTREO	CALIDAD BIOLÓGICA	CALIDAD HM
MA605	11 noviembre 2008	BUENA	MALA
	11 mayo 2009	BUENA	---
	PROMEDIO	BUENA	MALA

Figura 5. Calidad biológica e hidromorfológica. Fuente: Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza.

ESTACIÓN	FECHA	CALIDAD HM	
		QBR	IHF
MA605	11 noviembre 2008	20	68

Figura 6. Parámetros de calidad biológica e hidromorfológica (QBR, Índice de vegetación de ribera; IHF, Índice de Habitat Fluvial.)

La calidad físico-química de esta masa de agua es buena (Figura 7).

ESTACIÓN	CALIDAD FQ
MA084	BUENA
MA605	BUENA

Figura 7. Calidad físico-química.

Esta masa de agua tiene dos puntos de control pero los parámetros controlados no se incluyen en la lista de sustancias peligrosas del Anexo I de la Directiva 2008/105/CE. Es por ello que no se puede valorar el estado químico. Sin embargo, la ausencia de presiones significativas lleva a considerar el estado químico de esta masa de agua como bueno.

Por último, la contaminación de origen difuso de nitrógeno (expresado en Kg/año) no supone un riesgo potencial. Los usos considerados para su determinación son la agricultura de regadío, la agricultura de secano y la ganadería extensiva (Figura 8). La actividad que genera una mayor contribución de nitrógeno de origen difuso es la agricultura de regadío (96.94%), mientras que la agricultura de secano y la ganadería tienen un peso menor (0.33% y 2.73% respectivamente).

CÓDIGO MASA	% REGADÍO TOTAL	% REGADÍO RELATIVO	% SECANO TOTAL	% SECANO RELATIVO	% GANADERÍA TOTAL	% GANADERÍA RELATIVO
Masa de agua	61,86	96,94	0,20	0,33	37,93	2,73
Cuenca río Guadaiza	52,57	---	0,17	---	47,26	---

Figura 8. Contenido de nitrógeno en % para da uno de los usos del suelo considerados en el estudio.

El estado general de esta masa de agua se determina por el peor valor del estado ecológico y químico. Bajo este criterio, se determina que el tramo Medio y Bajo Guadaiza alcanza el buen estado, al igual que ocurre en el “Alto Guadaiza”.

ESTADO ECOLÓGICO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GENERAL
BUENO	BUENO	ALCANZA EL BUEN ESTADO

Figura 9. Estado general de la masa de agua.

Los principales problemas que afectan a esta masa de agua se muestran en la Figura 10. Cabe resaltar, que en el tramo final el cauce se encuentra altamente presionado completamente por las urbanizaciones, lo que genera riesgo de avenidas e inundaciones.

PROBLEMAS	CAUSAS
Insuficiencia de caudales fluyentes	Ausencia de caudales ecológicos en los condicionados concesionales Regulación en embalses y trasvases internos Exceso de volúmenes aprovechados
Degradación del medio biótico	Insuficiencia de caudales fluyentes Destrucción o deterioro de la vegetación de ribera Alteraciones morfológicas e inestabilidad de cauces
Alteraciones morfológicas e inestabilidad de cauces	Presas y azudes Encauzamientos, protección de márgenes y dragados Ocupación del Dominio Público Hidráulico y del Marítimo Terrestre Destrucción o deterioro de la vegetación de ribera
Sobreexplotación de acuíferos, intrusión marina y otros procesos de salinización	Gestión ineficiente de los recursos en determinados ámbitos Exceso de volúmenes autorizados Existencia de aprovechamientos irregulares Insuficiente control de las extracciones
Afecciones a hábitats y especies de interés	Degradación del medio biótico Modificaciones antrópicas del régimen hidrológico
Riesgo de avenidas e inundaciones	Ocupación del Dominio Público Hidráulico y del Marítimo Terrestre Capacidad insuficiente de cauce Ausencia de ordenación de zonas inundables

Figura 10. Problemas detectados en el Medio y Bajo Guadaiza.

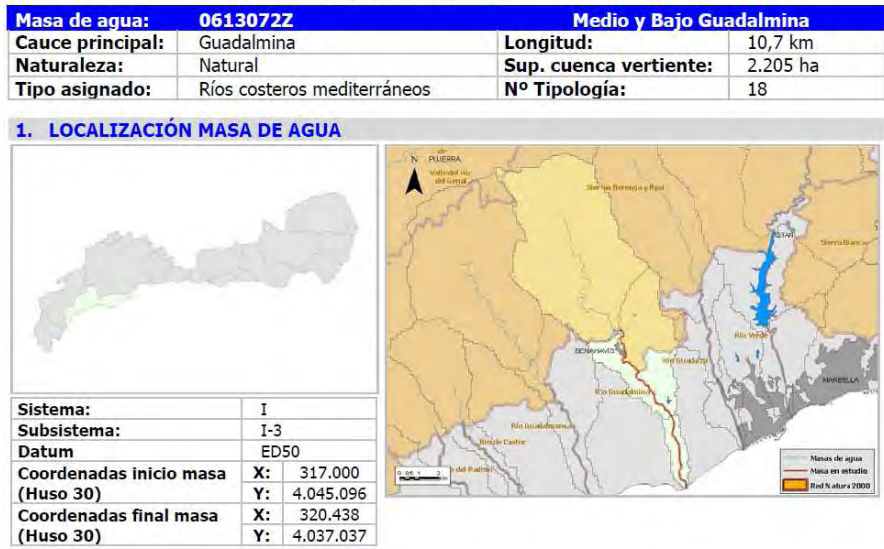
### 1.3. Río Guadalmina

El río Guadalmina tiene su nacimiento en las estribaciones meridionales de la Serranía de Ronda, donde recoge las aguas de los torrentes que drenan el cono sur del municipio de Igualeja y desde el paraje conocido como “Vega Marbella”, a 580 m de altitud, emprende su recorrido (muy meandriforme) hacia el mar.

A lo largo de su recorrido se le unen varios afluentes como pueden ser el Arroyo de las Cabras, el Arroyo Oscuro y el Río Llano de la Leche.

Este río tiene una fuerte presión antrópica aguas bajo, con urbanizaciones en su margen derecha y un campo de golf a la izquierda.

Esta masa de agua para su caracterización en el Plan Hidrográfico de la Cuenca Mediterránea Andaluza se divide en dos tramos, el Alto Guadalmina (masa de agua 0313071) y el Medio y Bajo Guadalmina (Figura 11). En este documento sólo se analiza el tramo Medio y Bajo pues es el que se engloba en el tramo costero del presente Proyecto.





ESTADO ECOLÓGICO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GENERAL
<b>MODERADO</b>	<b>BUENO</b>	<b>NO ALCANZA EL BUEN ESTADO</b>

Figura 19. Estado general de la masa de agua.

Los principales problemas que afectan a esta masa de agua se muestran en la Figura 20. Cabe resaltar, que en el tramo final el cauce se encuentra ahogado por ocupación del DPH asociado a la construcción de viviendas que se encuentra dentro de la zona inundable.

PROBLEMAS	CAUSAS
Insuficiencia de caudales fluyentes	Ausencia de caudales ecológicos en los condicionados concesionales Regulación en embalses y trasvases internos Exceso de volúmenes aprovechados
Degradación del medio biótico	Insuficiencia de caudales fluyentes Destrucción o deterioro de la vegetación de ribera Alteraciones morfológicas e inestabilidad de cauces
Alteraciones morfológicas e inestabilidad de cauces	Presas y azudes Ocupación del Dominio Público Hidráulico y del Marítimo Terrestre Destrucción o deterioro de la vegetación de ribera
Sobreexplotación de acuíferos, intrusión marina y otros procesos de salinización	Insostenibilidad hídrica del modelo de desarrollo territorial Insuficiente aprovechamiento de recursos no convencionales Gestión ineficiente de los recursos en determinados ámbitos
Afecciones a hábitats y especies de interés	Ausencia de ordenación de zonas inundables Degradación del medio biótico Modificaciones antrópicas del régimen hidrológico
Riesgo de avenidas e inundaciones	Ocupación del Dominio Público Hidráulico y del Marítimo Terrestre Ausencia de ordenación de zonas inundables

Figura 20. Problemas detectados en el Medio y Bajo Guadalmina.

## 2. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

En el término municipal de Marbella se localizan dos sistemas de acuíferos: el Sistema de Acuíferos Costeros de Marbella-Estepona, que abarca toda la franja costera del municipio (acuíferos costeros y detríticos) y el Sistema de Acuíferos de Sierra Blanca-Sierra de Mijas, al norte del municipio (acuíferos de cabecera y carbonatados).

A continuación, se pasa a detallar el Sistema de Acuíferos Costeros de Marbella-Estepona, el cual se engloba en la zona de actuación.

### Sistema de Acuíferos Costeros de Marbella-Estepona

Este sistema de acuíferos se ubica en el área costera que se extiende desde el pueblo de Estepona (al Oeste) hasta Punta Ladrones (al Este) ocupando una franja litoral estrecha de unos 40 Km de longitud y una anchura que oscila entre 2 y 4 Km, la cual se ve limitada al norte por fuertes relieves topográficos (Figura 21). Se consideran acuíferos costeros de tipo detrítico, cuya recarga principalmente es llevada a cabo por recursos ajenos de la parte alta de su cuenca y tienen un flujo subterráneo hacia el sector costero.

En el término municipal de Marbella este sistema de acuíferos se localiza a lo largo de toda la costa, ocupando una superficie de unos 55 Km<sup>2</sup>.

Los límites del conjunto lo conforman materiales impermeables paleozoicos (Complejos Maláguide y Alpujárride), dando lugar a un límite cerrado en la zona norte, mientras que hacia el sur el límite es el mar Mediterráneo.

Desde un punto de vista geológico, se trata de un sistema de diferentes acuíferos que constituyen un complejo Pliocuaternalio. Los niveles permeables del Plioceno, formado por una alternancia de arenas, conglomerados y arcillas, y los depósitos aluviales del Cuaternario, constituido por conglomerados y arenas de origen aluvial, están conectados entre sí, produciéndose un flujo entre ellos en uno u otro sentido en función de la época del año y de las circunstancias concretas de cada sector.

El funcionamiento hidrogeológico de este sistema se caracteriza por la alimentación fundamentalmente por la infiltración de la escorrentía de los cursos superficiales de agua del resto de la cuenca y por la infiltración directa de las precipitaciones sobre los acuíferos.

La descarga se produce de modo natural hacia el mar, a través de los niveles cuaternarios y de los niveles detríticos del Plioceno, y de modo artificial por bombeo en las captaciones.

El área situada al este del Río Real presenta indicios de intrusión marina. Además, en las proximidades de las desembocaduras de los ríos Verde, Guadaiza, y Guadalmina la superficie

piezométrica alcanza cotas negativas durante épocas de estiaje, ya que los cauces superficiales que atraviesan estos terrenos desembocan directamente al Mar Mediterráneo y son de régimen irregular.

La facies hidroquímica predominante es la bicarbonatada cálcica o magnésica debida, debido a la aportación que reciben de la infiltración de los macizos carbonatados del norte; en los puntos ubicados en las zonas de desembocadura de los ríos Verde, Guadaiza y Guadalmina, y como consecuencia de la intrusión marina, las aguas presentan una facies química clorurada sódica.

Finalmente, resaltar que estos acuíferos son utilizados como complemento en la fuente de suministro de abastecimiento de las urbanizaciones, instalaciones de recreo, regadío etc., ya que en mayor medida la población concentrada en estos terrenos es abastecida por el Embalse de la Concepción.

LEYENDA			
ACUÍFEROS COSTEROS	LITOLOGÍAS	EDAD GEOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO
Val de Málaga	Gravas, arenas y arcillas	CUATERNARIO	Alta permeabilidad
Fuengirola	Conglomerados, arcilla y gravas		
Marbella-Estepona	Aluviales, playas y piedemontes		
Val de Málaga	Arenas y arcillas	PLIOCENO	Permeabilidad media
Fuengirola	Arenas, margas y conglomerados		
Marbella-Estepona	Arenas, margas y conglomerados		
Marbella-Estepona	Mármol	TRIÁSICO	Alta permeabilidad
Val de Málaga	Filices, micarquistos y cuarcitas	PALEOZOICO	Baja permeabilidad
Fuengirola	Materiales del substrato		
Marbella-Estepona	Alpujarride y Malaguide		

SIMBOLOGÍA	
	Núcleo de población
	Carreteras
	Límite comarcal
	Cauce de corriente continua
	Cauce de corriente discontinua
	Puntos de agua
	Acuífero costero de Fuengirola (septiembre 1990)
	Acuífero costero de Val de Málaga (octubre 1985 a octubre 1990)
	Áreas en las que se han observado indicios de salinización

Figura 21. Acuíferos costeros de Marbella-Estepona. Fuente: Atlas hidrogeológico de Andalucía, IGME.

### 3. CALIDAD DE LAS AGUAS VERTIDAS AL MAR

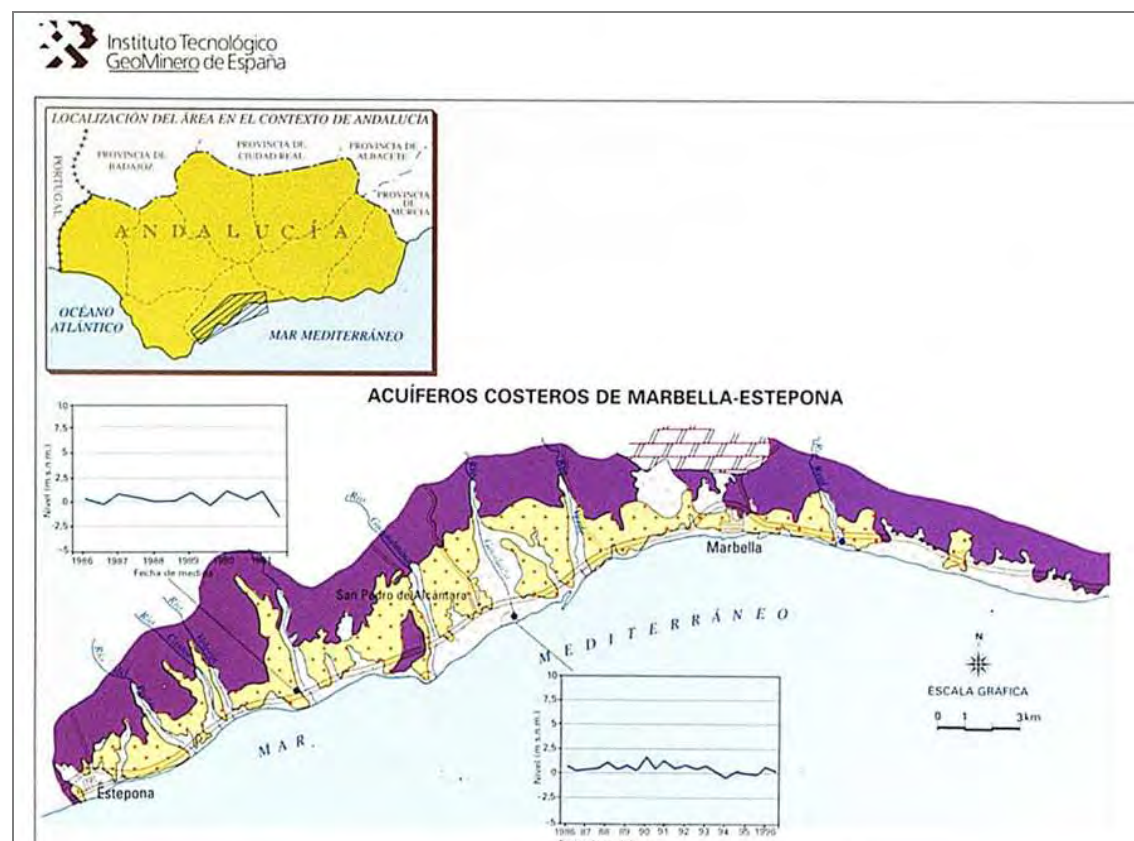
Atendiendo a la tipología y la procedencia (origen) de los vertidos así como al tipo de cauce por donde se producen, en el litoral objeto de actuación se distinguen:

#### A. Según el tipo de cauce:

- Río: cauce natural por el cual discurre un flujo de agua procedente de una cuenca más o menos extensa. En ocasiones puede no ser continuo debido a la regulación que ejercen los embalses.
- Emisario: conducto artificial que vierte su efluente por debajo del nivel del mar a cierta distancia de la costa.

#### B. Según la procedencia:

- Urbanos: aguas residuales urbanas.
- Agrícolas: proceden de tierras cultivadas sometidas a riego.
- Pluviales: las aguas vertidas son de escorrentía superficial provocada por precipitaciones locales.



- Mixto: vertidos de aguas procedentes de diferentes usos.

Nombre	Profundidad (m)	Cauce	Origen	Tipo	Tratamiento
EMISARIO ENTRE LAS PLAYAS DE SAN PEDRO DE ALCÁNTARA Y CORTIJO BLANCO	3-6	EMISARIO	URBANO	CONTINUO	DESCONOCIDO
EMISARIOS (2) SAN PEDRO DE ALCÁNTARA	1-5	EMISARIO	URBANO	CONTINUO	DESCONOCIDO
ARROYO DEL CHOPO	0	NATURAL	MIXTO	DISCONTINUO	DESCONOCIDO
RÍO GUADAIZA	0	NATURAL	MIXTO	DISCONTINUO	DESCONOCIDO
RÍO GUADALMINA	0	NATURAL	MIXTO	DISCONTINUO	DESCONOCIDO

Figura 22. Inventario de los vertidos realizados al DPMT. Fuente: Elaboración propia.

Debido al mal estado actual en que se encuentra el tramo objeto de actuación, en la playa de San Pedro de Alcántara se encuentran al aire las tuberías de dicho emisario (Figura 23).



Figura 23. Tubería del emisario submarino en la playa de San Pedro de Alcántara.

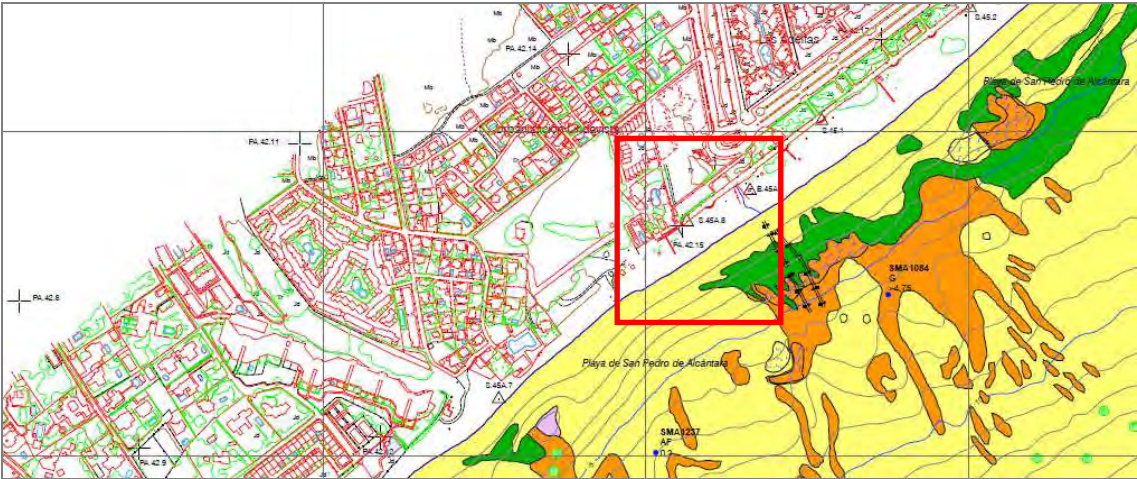


Figura 24. Localización de los emisarios submarino en la zona septentrional de la playa de San Pedro de Alcántara. Fuente: ECOMÁLAGA.

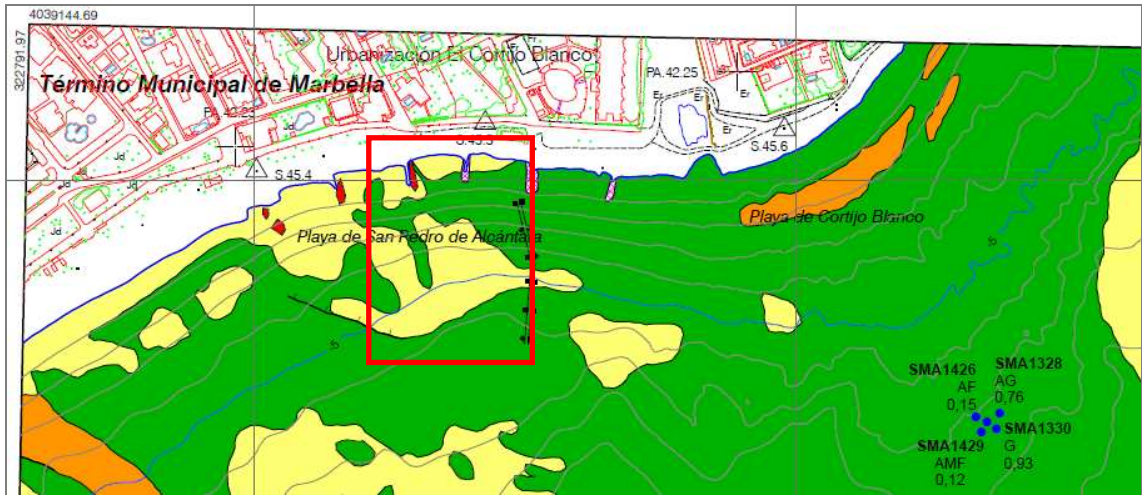


Figura 25. Localización del emisario submarino entre las playas de San Pedro de Alcántara y Cortijo Blanco. Fuente: ECOMÁLAGA.

## Perfil 2. Zona de poco espesor sedimentario. Playa de San Pedro de Alcántara

En la siguiente figura se muestra el registro interpretado de un perfil de una de las zonas de mínimo espesor sedimentario del área prospectada, como es el caso de la zona adyacente a la playa de San Pedro de Alcántara.

En este perfil podemos observar como el basamento acústico coincide prácticamente con el reflector que representa el lecho marino, y en algunas ocasiones éste acaba aflorando totalmente. Esto se traduce en espesores sedimentarios muy pequeños y en zonas con presencia de afloramiento rocoso. En este perfil podemos observar también la existencia de una zona de materiales sedimentarios de alta reflectividad que muestran un espesor aproximado entre 0.50 y 0.75 metros. Posiblemente, por sus características y su respuesta acústica, estos materiales se correspondan con gravas o arenas gruesas.

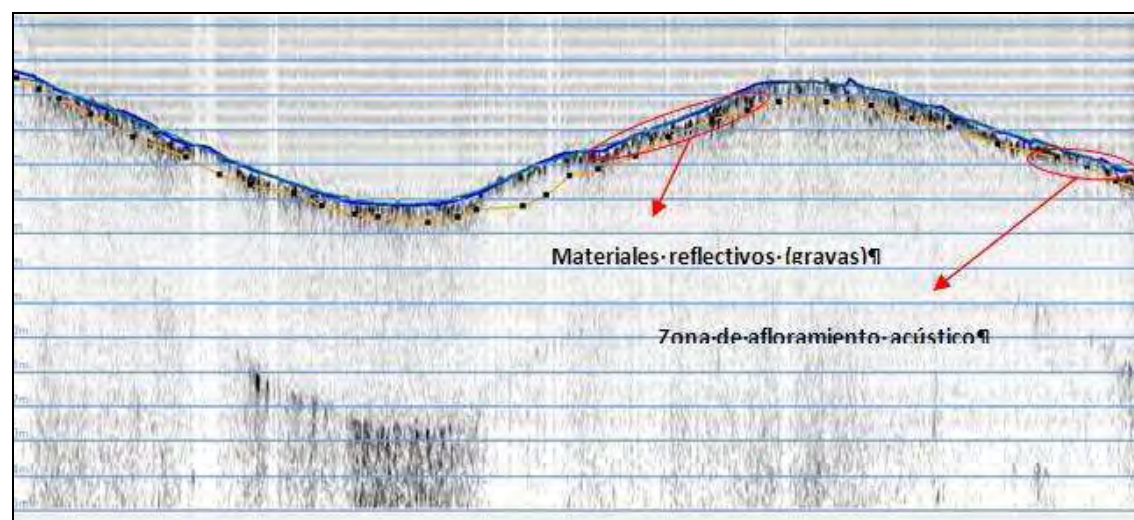


Figura 15. Ejemplo del registro sísmico procesado correspondiente a un perfil ubicado en la zona de la playa de Guadalmina. En color azul se muestra el reflector correspondiente al lecho marino. En color naranja se muestra el reflector que representa el basamento acústico. Los círculos rojos muestran ejemplos de los materiales observados en la zona y ejemplos de zona de afloramiento del basamento acústico.

Anejo nº5: Caracterización granulométrica de la zona de actuación.  
(No varía respecto el proyecto básico)

## ANEJO Nº5: CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL ENTORNO

### INDICE

1. TRABAJOS ANTERIORES DE CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL ENTORNO.
2. CONSIDERACIONES REALIZADAS SOBRE LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA LA CARACTERIZACIÓN POR TRAMOS GRANULOMÉTRICA.
3. PROCEDENCIA DE LAS ARENAS DE APORTACIÓN.
4. TRATAMIENTO DE LOS BOLOS IDENTIFICADOS EN LA PLAYA.

APÉNDICE: ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS EJECUTADOS EN LOS ESTUDIOS PREVIOS POR TECNOAMBIENTE.

## ANEJO Nº5: CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL ENTORNO

### 1. TRABAJOS ANTERIORES DE CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL ENTORNO.

Perteneciente a los estudios previos ejecutados con la asistencia técnica realizada por IBERPORT, se realizaron una campaña de muestreo de caracterización granulométrica del entorno del frente de costa de actuación, consistente en toma de un total de 5 puntos de muestreo a lo largo de 6 perfiles, siendo elaborado el trabajo de campo por TECNOAMBIENTE:



Figura 1. Perfiles sobre los que tomaron las 5 muestras a diferentes cotas. Numerados de este a oeste son el 15, 40, 65, 90, 115 y 140.

Las muestras para cada perfil se recogieron en las cotas:

- +1,00 metro sobre el Nivel Medio del Mar en Alicante.
- 0,00 o Nivel Medio del Mar en Alicante.

- 1,00 metro sobre el Nivel Medio del Mar en Alicante.
- 2,00 metros sobre el Nivel Medio del Mar en Alicante.
- 5,00 metros sobre el Nivel Medio del Mar en Alicante.

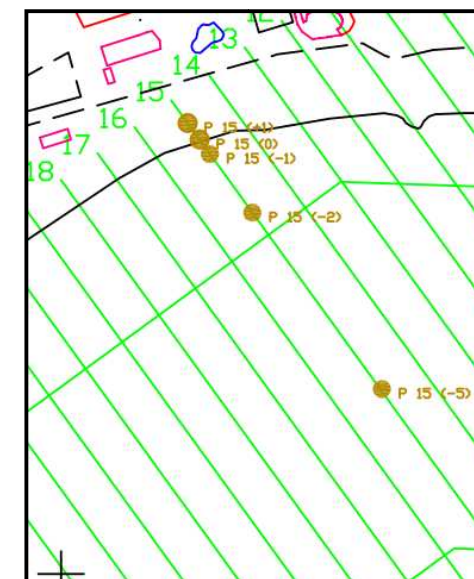


Figura 2. Ejemplo de puntos de toma de ensayos granulométricos a diferentes cotas en uno de los perfiles.

El resumen de estos datos en referencia principalmente al valor del  $D_{50}$  o el diámetro equivalente al 50% de la fracción ensayada para cada una de las muestras es el siguiente (perfiles de este a oeste):

Tabla 1. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 15

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINES (%)	$D_{50}$ (mm)
15 (+1)	33.70	65.50	0.80	0.73
15 (0)	82	18	0	3.42
15 (-1)	66	33.10	0.90	2.76
15 (-2)	0.10	85.40	14.50	0.24
15 (-5)	1.90	93	5.10	0.36

Tabla 2. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 40

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINES (%)	$D_{50}$ (mm)
40 (+1)	7.30	92.10	0.60	0.73
40 (0)	0.60	99	0.40	0.51
40 (-1)	70.50	28.90	0.60	3.59
40 (-2)	1	98.20	0.80	0.27
40 (-5)	0.90	96.70	2.40	0.73

Tabla 3. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 65

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINOS (%)	D <sub>50</sub> (mm)
65 (+1)	1.60	97.30	1.10	0.45
65 (0)	5.50	93.40	1.10	0.70
65 (-1)	64.20	35.20	0.60	3.37
65 (-2)	3.20	95.40	1.40	0.19
65 (-5)	4.80	94.10	1.10	0.18

Tabla 4. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 90

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINOS (%)	D <sub>50</sub> (mm)
90 (+1)	6	92.90	1.10	0.62
90 (0)	36	61.20	1.50	1.62
90 (-1)	56	43	1.10	3.12
90 (-2)	0.72	98.69	0.69	0.36
90 (-5)	1.30	97.20	1.60	0.15

Tabla 5. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 115

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINOS (%)	D <sub>50</sub> (mm)
115 (+1)	4.90	135	1.60	0.81
115 (0)	99	0	<0.50	>4.75
115 (-1)	86	13	<0.50	4.11
115 (-2)	0	98.60	<0.50	0.33
115 (-5)	0	98.10	1.60	0.14

Tabla 6. Resultados obtenidos en las muestras del perfil 140

REFERENCIA	FRACCIÓN GRUESOS (%)	FRACCIÓN ARENA (%)	FRACCIÓN FINOS (%)	D <sub>50</sub> (mm)
140 (+1)	1.20	99	<0.50	0.74
140 (0)	62	38.90	<0.50	2.60
140 (-1)	90	9.8	<0.50	>4.75
140 (-2)	3.10	96.80	0.73	0.33
140 (-5)	0.54	97.16	2.50	0.14

En el apéndice de este anejo se presentan todos los datos de los ensayos realizados por TECNOAMBIENTE de donde se han obtenido las tablas anteriores.

Como conclusiones del análisis granulométrico realizado, se puede exponer que:

- Existe una gran diversidad granulométrica entre los puntos de muestreo tomados, con datos del D<sub>50</sub> para una misma cota que pueden variar de un perfil a otro en más del cuádruple, como por ejemplo en la cota 0,00 entre el dato del perfil 65, con 0,70 mm, o el dato del perfil 115, que es mayor (indeterminado) de 4,75 mm.
- No es posible por tanto además comparando unos perfiles con otros, poder determinar un D<sub>50</sub> único que me caracterice al tramo entero de actuación. Ni por los valores obtenidos en cada perfil, que son muy diferentes según la cota a la que se tome la muestra, ni entre los perfiles, existiendo diferencias apreciables.
- Además, y sobre todo en los perfiles 15 y 40 más cercanos a la desembocadura del río Guadaiza, se han tomado muestras de la fracción considerada arenas, aunque sea gruesa, pero la realidad, tras realizar inspección visual nuevamente sobre la zona, es que predominantemente, existe una presencia de capa superficial de bolos, identificada incluso en los trabajos de campo geotécnicos en su espesor aproximado, que aunque no pueda ser identificada mediante ensayo granulométrico por su elevado tamaño, no es posible obviarla.



Figura 3. Fotografías de aportación de arenas en el entorno del río Guadaiza “tapando” bolos de la playa natural.

Lo cierto es que la evolución de la dinámica litoral en el entorno de la desembocadura del río Guadaiza, unido a las características propias geológicas y del terreno, tanto terrestre como del fondo marino, ha desembocado hoy en día en una playa de una extensión de varios cientos de metros en donde predomina la presencia de una capa más o menos superficial de bolos, que puede extenderse desde la playa seca hasta una profundidad no definida, con presencia de una arena entre el material de los bolos que es eminentemente gruesa en la zona de la orilla, y que disminuye hasta valores de

una arena fina en torno a partir de la batimétrica -2,00 metros, según los resultados de los ensayos. Conforme el tramo de actuación avanza hacia el oeste hacia la desembocadura del río Guadalmina, la presencia de los bolos es más puntual, predominando la playa de arenas más o menos gruesas, que también va disminuyendo en el valor del  $D_{50}$  característico.

## 2. CONSIDERACIONES REALIZADAS SOBRE LOS TRABAJOS DE CAMPO PARA LA CARACTERIZACIÓN POR TRAMOS GRANULOMÉTRICA.

Para realizar una regeneración de playa mediante la aportación de una arena exterior sobre la nativa, es básico y primera condición fundamental que como mínimo, la arena de aportación sea de un  $D_{50}$  igual o superior al de la arena nativa, para poder conseguir un perfil medio de equilibrio de llenado que “cierre” sobre el perfil original, al tener una mayor pendiente de cierre por el mayor diámetro medio.

Por tanto, es necesario caracterizar el  $D_{50}$  de la arena media del tramo de estudio. En este caso, y por los motivos expuestos en el apartado anterior, se van a caracterizar tres zonas de diferentes  $D_{50}$  considerados, según los ensayos tomados. No se va tomar para realizar la media del  $D_{50}$  los valores no identificados exactamente,  $>4,75$  mm, por no poder ser estimados en su valor numérico exacto. Se tendría por tanto como  $D_{50}$  característico de cada perfil:

- Perfil 15 (datos en mm): Media entre 0,73-3,42-2,76-0,24-0,36 = 1,50 mm.
- Perfil 40 (datos en mm): Media entre 0,73-0,51-3,59-0,27-0,73 = 1,16 mm.
- Perfil 65 (datos en mm): Media entre 0,45-0,70-3,37-0,19-0,18 = 0,97 mm.
- Perfil 90 (datos en mm): Media entre 0,62-1,62-3,12-0,36-0,15 = 1,17 mm.
- Perfil 115 (datos en mm): Media entre 0,81-4,11-0,33-0,15 = 1,35 mm.
- Perfil 140 (datos en mm): Media entre 0,74-2,60-0,33-0,15 = 0,95 mm.

Según estos datos, se propone el siguiente  $D_{50}$  medio ideal y con el que se realizarán los cálculos para la arena de aportación, para que esta pueda ser estable:

- Tramo entre el comienzo de la actuación y el perfil 40: Arena de aportación en torno a un  $D_{50} = 1,30$  mm.

- Tramo entre el perfil 40 y el perfil 140: Arena de aportación en torno a un  $D_{50} = 1,10$  mm. Pero la distribución real de las muestras que delimitan esta media es muy desigual, con un 20% de valores en torno a 3 y 4 mm, y un 80% ligeramente inferior a 1,00 mm e incluso muchas muy inferiores, en torno a 0,15 - 0,33 mm por ejemplo. Es por ello que se toma como valor medio del este tramo una arena con un  $D_{50}$  que puede oscilar entre 0,8 mm a 1,00 mm, que aunque sea ligeramente inferior a la media, se ajusta más a la realidad de las muestras obtenidas (se opta en el anejo nº9 de diseño de la playa un  $D_{50} = 0,90$  mm).

Hay que señalar que se ha estimado la arena de aportación con exactamente con una ligera disminución sobre la media obtenida, para poder clasificar y distinguir claramente dos zonas diferentes de aportación con un tipo de arena en cada una de ellas.

Se recomienda además el realizar una actuación singular entre la desembocadura del río Guadaiza y el perfil 15 en donde se asegure o intente conseguir un abrigo máximo sobre la arena de aportación, puesto que realmente, va a descansar sobre un lecho de bolos, que aunque se pueda retirar en parte, tenderá a ser nuevamente llenado por la dinámica litoral del entorno (no es factible retirar todos los bolos existentes, ni por el efecto dañino no estudiado que podría ocasionar sobre la playa por actuar seguramente un aun mayor oleaje, que ahora mismo es disipado por esa capa de bolos, ni por el coste económico que supondría).

## 3. PROCEDENCIA DE LAS ARENAS DE APORTACIÓN.

Para la estimación del presupuesto de este proyecto, y con la condición de estudiar detalladamente este aspecto en el proyecto definitivo de ejecución, se va a suponer la posibilidad de poder obtener las arenas de aportación siempre de procedencia terrestre. Se definirá en las unidades de obra de este proyecto básico la procedencia de cantera, pudiendo ser bien de cantera o bien de una gravera que esté debidamente regularizada para su explotación. Existe posibilidad en un entorno de unos 30 km de poder estudiar varios posibles puntos de obtención de estas arenas, desde los lechos de los ríos Guadaiza, Guadalmina, Guadalmanza, como los más cercanos, a opciones más lejanas como los ríos Padrón o Genal, o canteras situadas en el municipios cercanos del entorno, como son Manilva, Monda, etc. Es por esta razón, y según lo expuesto en el artículo 57 del Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, que cualquier tipo de actuación

que conlleve la extracción de áridos de los lechos de estos ríos, o cualquier otro de la provincia, en los tramos bajos de los cauces deberá ser informado antes de por la Demarcación de Costas:

*“Artículo 57. Limitaciones sobre los áridos.*

*1. En los tramos finales de los cauces deberá mantenerse la aportación de áridos a sus desembocaduras. Para autorizar su extracción, hasta la distancia que en cada caso se determine, se necesitará el informe favorable de la Administración General del Estado, en cuanto a su incidencia en el dominio público marítimo-terrestre (artículo 29.1 de la Ley 22/1988, de 28 de julio).*

*2. El Organismo de Cuenca o la Administración Hidráulica competente, previamente a la resolución de un expediente de extracción de áridos en cauce público, o a la ejecución de un proyecto de acondicionamiento de cauces, solicitará informe del correspondiente Servicio Periférico de Costas, cuando la distancia, medida a lo largo del cauce, entre los puntos de extracción y desembocadura en el mar sea inferior a la que se haya fijado para cada cauce por acuerdo entre ambos organismos. De la resolución recaída se dará traslado a dicho servicio.*

*3. Los informes del Servicio Periférico de Costas previstos en el apartado anterior, deberán emitirse en función de las necesidades de aportación de áridos a las playas.”*

Respecto a la característica de estas arenas de aportación, la exigencia fundamental será que se cumple siempre que como mínimo tengan un  $D_{50}$  mayor al expuesto anteriormente, detallándose otra serie de características en el proyecto de ejecución. Se aplicará a este nivel de proyecto básico un factor de sobrellenado debido a los condicionantes granulométricos diferenciales entre la arena de aportación y la arena nativa de un 10%, que será necesario ajustar y justificar en el proyecto definitivo de ejecución.

En todo caso, en la redacción del proyecto de ejecución se tendrá en cuenta lo establecido en la Instrucción Técnica para la gestión ambiental de las extracciones marinas para la obtención de arena, en lo que a calidad de los materiales se refiere.

#### 4. TRATAMIENTO DE LOS BOLOS IDENTIFICADOS EN LA PLAYA.

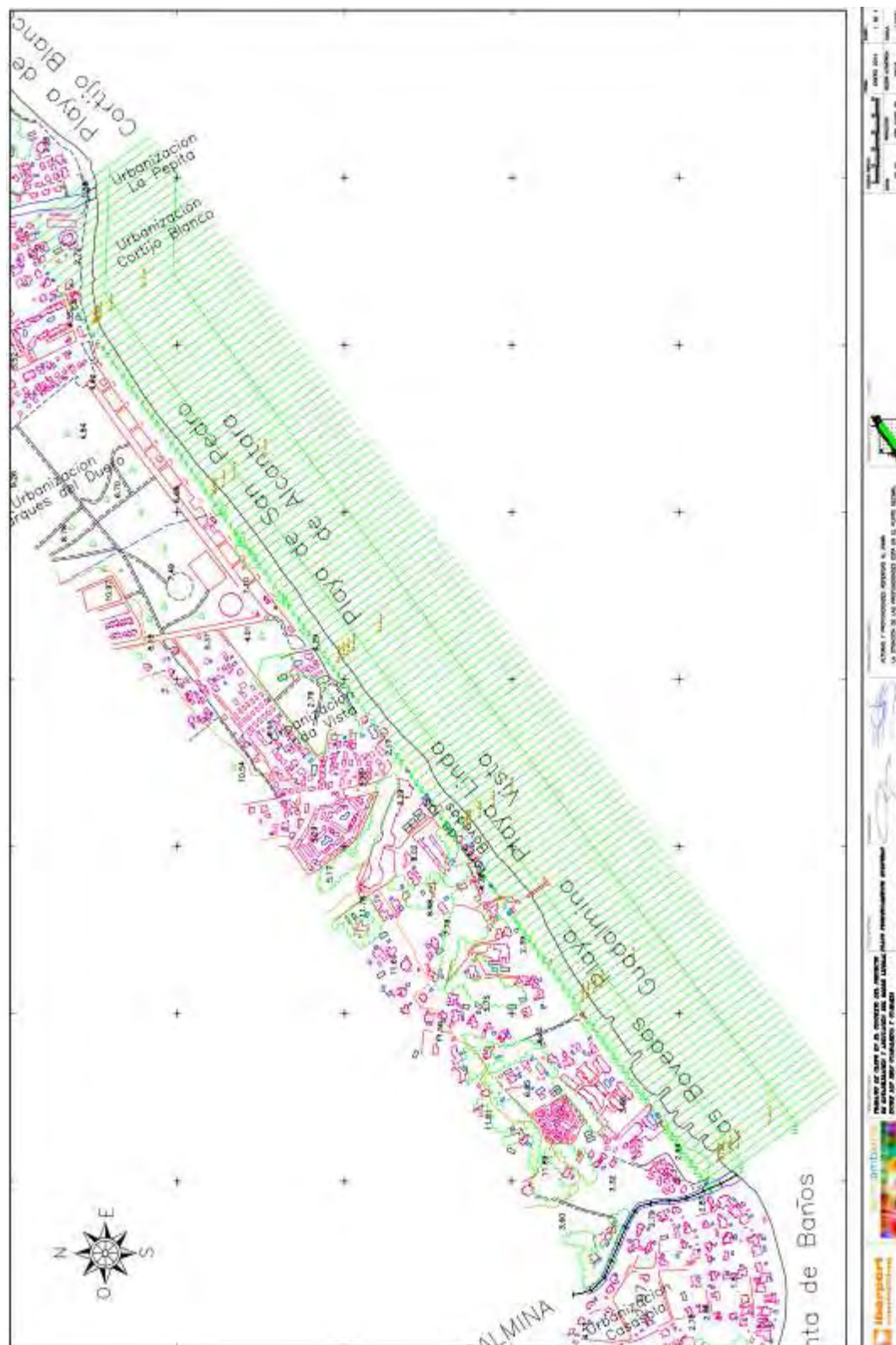
Si bien en el documento ambiental que se ha tramitado se comenta la intención de realizar un tratamiento y evacuación incluso de los bolos identificados sobre el frente litoral, sobre todo y fundamentalmente desde la desembocadura del río Guadaiza hasta la finalización del paseo marítimo de San Pedro, en el documento finalmente aprobado y con resolución con declaración favorable ambiental no estaba incluido ni el proceso constructivo (apartado 7 del documento elaborado por IBERPORT) ni las posibles incidencias posibles de dicha actuación así como medidas de reparación de la evacuación de dicho material (apartado 8 del mismo documento). En los apartados 4 y 6 se

comenta y define muy ligeramente el realizar esta actuación, sin especificar exactamente cómo, ni la viabilidad económica, ni la posibilidad de realizar el trabajo de manera factible desde tierra, ni tampoco exactamente que volumen de bolos a retirar.

Ante esta situación, se decide para la redacción de este proyecto él no realizar actuaciones de evacuación de los bolos depositados por el lecho marino, por considerar que no se ha tenido en cuenta el cómo hacerlo exactamente ni qué repercusiones puede tener en el documento medio ambiental con declaración favorable. Además, según valoraciones iniciales realizadas, no es viable es posible técnicamente justificar un procedimiento que asegure además la total eliminación de éstos. Tampoco está justificado o estudiado que la existencia de estos bolos sea, desde el punto de vista de la dinámica litoral, perjudicial para la estabilidad de la playa. A este respecto, el hecho de la presencia de bolos, aunque evidentemente puede ser incómoda para el bañista y usuario acostumbrado a playas arenosas, no deja de ser el resultado de la incidencia de la dinámica litoral sobre el frente de costa, con todas las afecciones que puedan haberse ocasionado en las últimas décadas, siendo este material nativo de la playa, y el que finalmente ha resultado de las acciones del oleaje. Se recomienda, además, en todo caso, realizar un informe de ámbito mayor, específico y con carácter geológico e hidrodinámico, que identifique finalmente la conveniencia o no de retirar material de bolos sobre el lecho marino.

Sí es factible sustituir material de bolos que está mezclado en superficie con matriz arenosa, por material de aportación tipo arenas. De esta manera se facilita el realizar las operaciones de reperfilado de la playa con arena de aportación, lo cual sería muy complicado con el material de bolos original. Se propone por tanto en la medición del proyecto incluir un cajeo sobre la playa seca equivalente a un ancho de 25 metros por un espesor de 0,50 metros de sustitución de material de bolos, que tendrán que ser llevados a un punto de manipulación y tratamiento o vertedero controlado, por material de aportación, de  $D_{50} = 1,30$  mm. A partir de dicho cajeo y relleno, se procederá a calcular la arena derivada del perfil de relleno, bien con  $D_{50} = 1,30$  mm., o bien con  $D_{50} = 0,80 - 1,00$

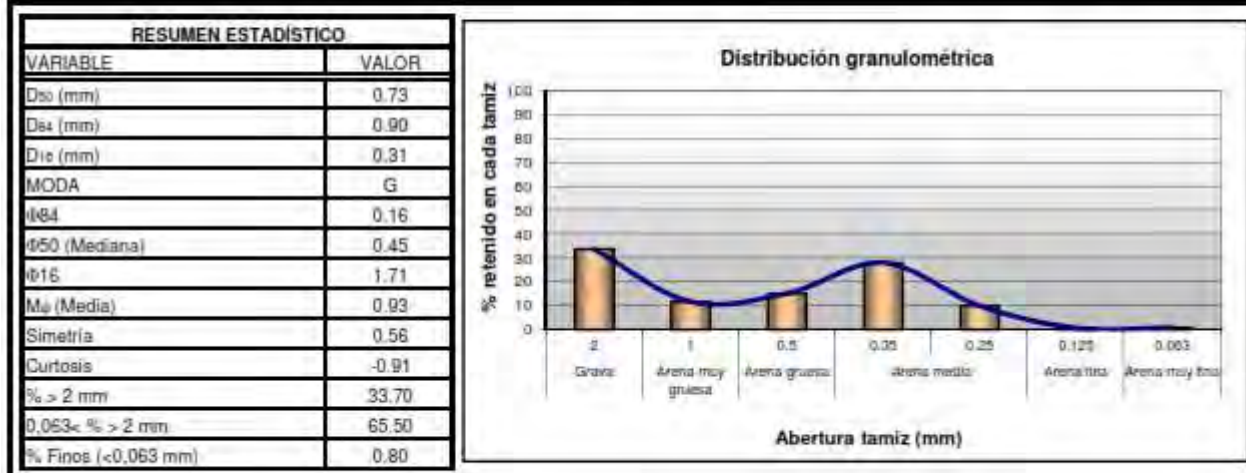
APÉNDICE: ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS EJECUTADOS EN LOS ESTUDIOS PREVIOS POR TECNOAMBIENTE.



tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P15 (+1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA, T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

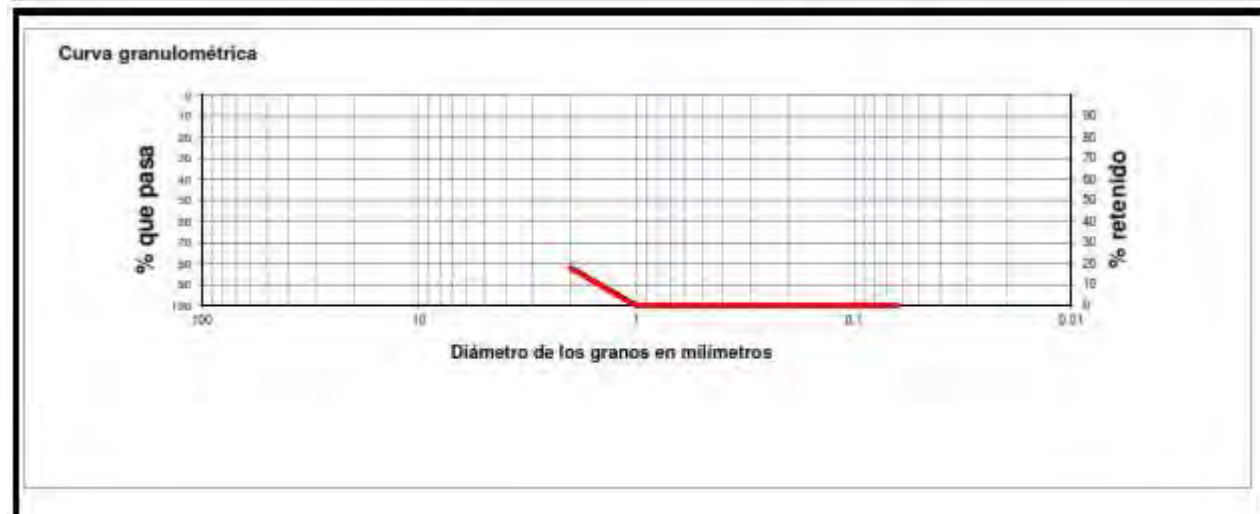
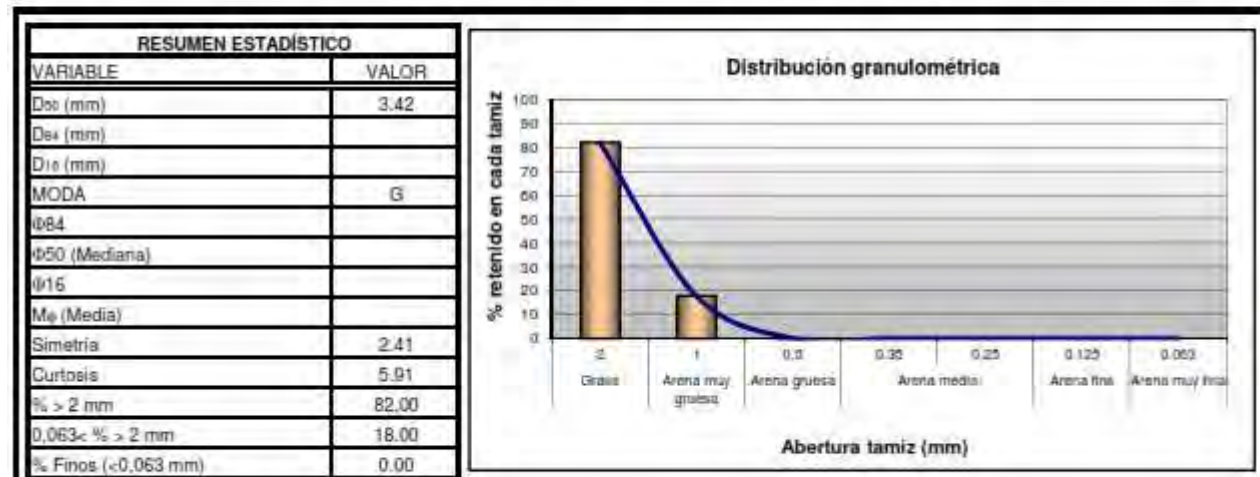
TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMEZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	33.70	33.70	66.30	33.70	33.70
Arena muy gruesa	nº 18	1	45.40	11.70	54.60	45.40	11.70
Arena gruesa	nº 35	0.5	60.50	15.10	39.50	60.50	15.10
Arena media	nº 60	0.25	88.50	28.00	11.50	88.50	28.00
Arena fina	nº 120	0.125	98.50	10.00	1.50	98.50	10.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.20	0.70	0.80	99.20	0.70
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.80	0.00	100.00	0.80



tecnológicoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P15 (0)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA 100 gramos			

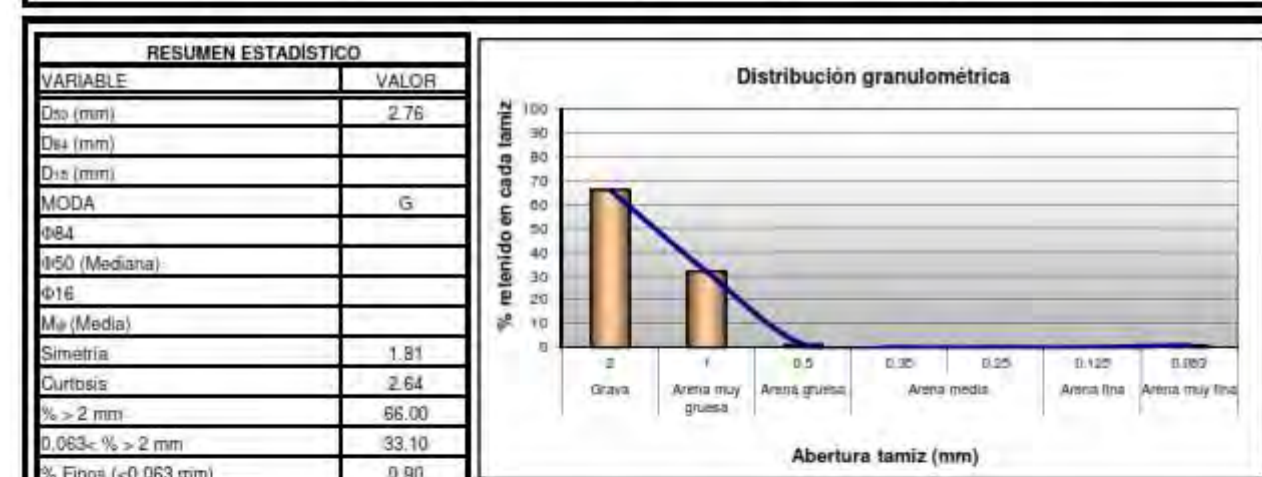
TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	82.00	82.00	18.00	82.00	82.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	99.90	17.90	0.10	99.90	17.90
Arena gruesa	nº 35	0.5	100.00	0.10	0.00	100.00	0.10
Arena media	nº 60	0.25	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Arena fina	nº 120	0.125	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.00	0.00	100.00	0.00



tecnológicoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P15 (-1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA 100 gramos			

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	66.00	66.00	34.00	66.00	66.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	97.80	31.80	2.20	97.80	31.80
Arena gruesa	nº 35	0.5	99.10	1.30	0.90	99.10	1.30
Arena media	nº 60	0.25	99.10	0.00	0.90	99.10	0.00
Arena fina	nº 120	0.125	99.10	0.00	0.90	99.10	0.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.10	0.00	0.90	99.10	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.90	0.00	100.00	0.90



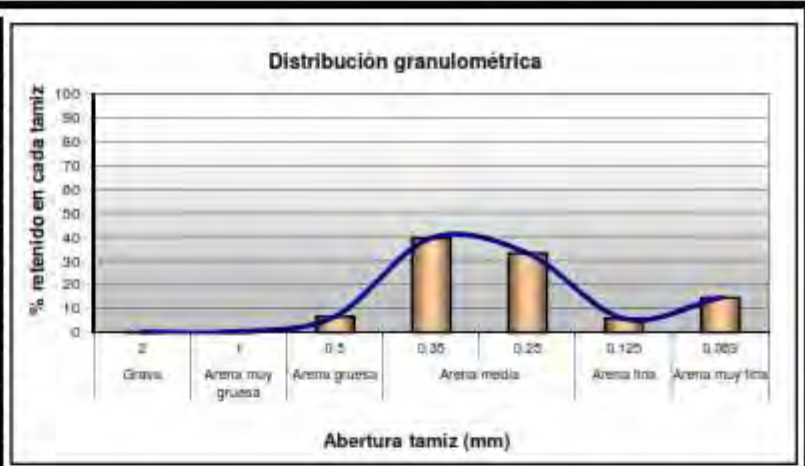
leonaambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P15 (-2)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		

PESO MUESTRA 100 gramos

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	0.10	0.10	99.90	0.10	0.10
Arena muy gruesa	nº 18	1	0.40	0.30	99.60	0.40	0.30
Arena gruesa	nº 35	0.5	7.00	6.60	93.00	7.00	6.60
Arena media	nº 60	0.25	46.50	39.50	53.50	46.50	39.50
Arena fina	nº 120	0.125	79.70	33.20	20.30	79.70	33.20
Arena muy fina	nº 230	0.063	85.50	5.80	14.50	85.50	5.80
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	14.50	0.00	100.00	14.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.24
D <sub>84</sub> (mm)	0.44
D <sub>15</sub> (mm)	0.11
MODA	AM
φ <sub>84</sub>	1.17
φ <sub>50</sub> (Mediana)	2.08
φ <sub>15</sub>	3.20
M <sub>z</sub> (Media)	2.19
Simetría	0.93
Curtosis	-0.90
% > 2 mm	0.10
0.063 < % > 2 mm	85.40
% Finos (< 0.063 mm)	14.50



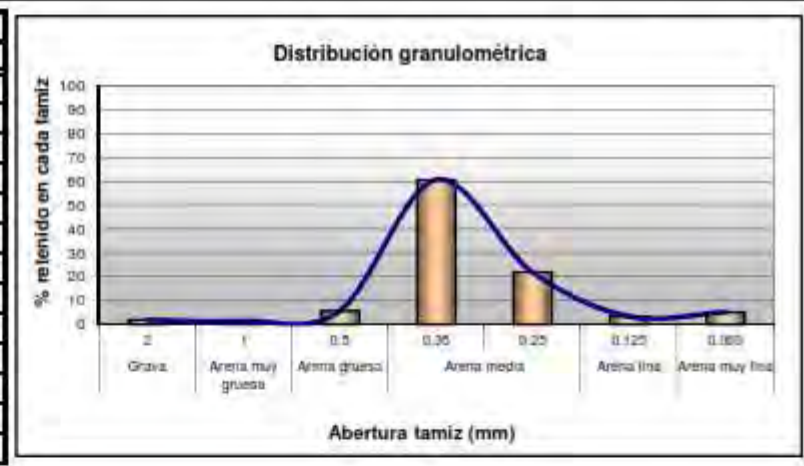
leonaambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P15 (-5)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		

PESO MUESTRA 100 gramos

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	1.90	1.90	98.10	1.90	1.90
Arena muy gruesa	nº 18	1	3.30	1.40	96.70	3.30	1.40
Arena gruesa	nº 35	0.5	9.00	5.70	91.00	9.00	5.70
Arena media	nº 60	0.25	69.60	60.60	30.40	69.60	60.60
Arena fina	nº 120	0.125	91.50	21.90	8.50	91.50	21.90
Arena muy fina	nº 230	0.063	94.90	3.40	5.10	94.90	3.40
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	5.10	0.00	100.00	5.10

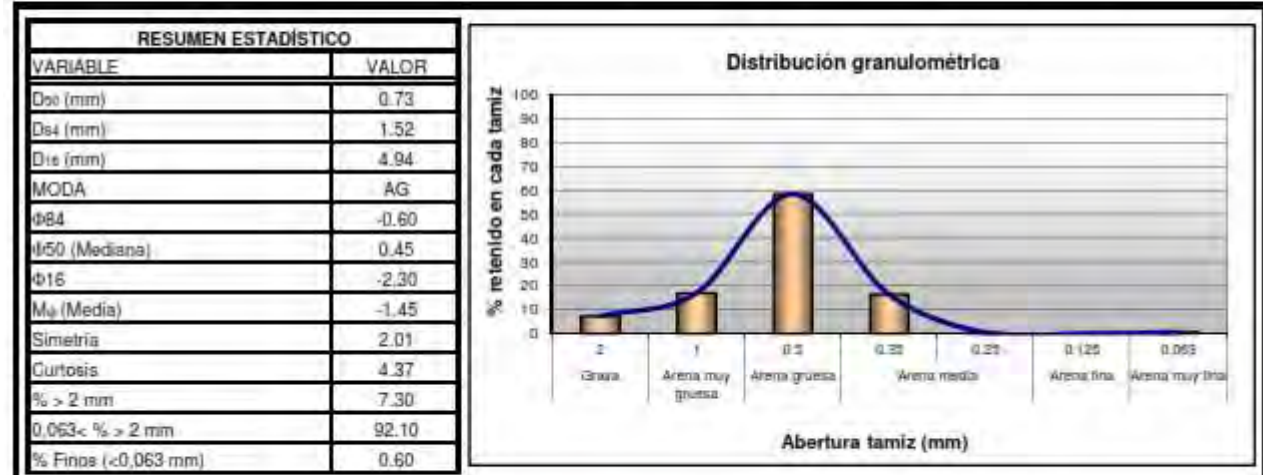
RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.36
D <sub>84</sub> (mm)	0.47
D <sub>15</sub> (mm)	0.17
MODA	AM
φ <sub>84</sub>	1.09
φ <sub>50</sub> (Mediana)	1.47
φ <sub>15</sub>	2.58
M <sub>z</sub> (Media)	1.83
Simetría	2.15
Curtosis	4.64
% > 2 mm	1.90
0.063 < % > 2 mm	93.00
% Finos (< 0.063 mm)	5.10



tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P40 (+1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

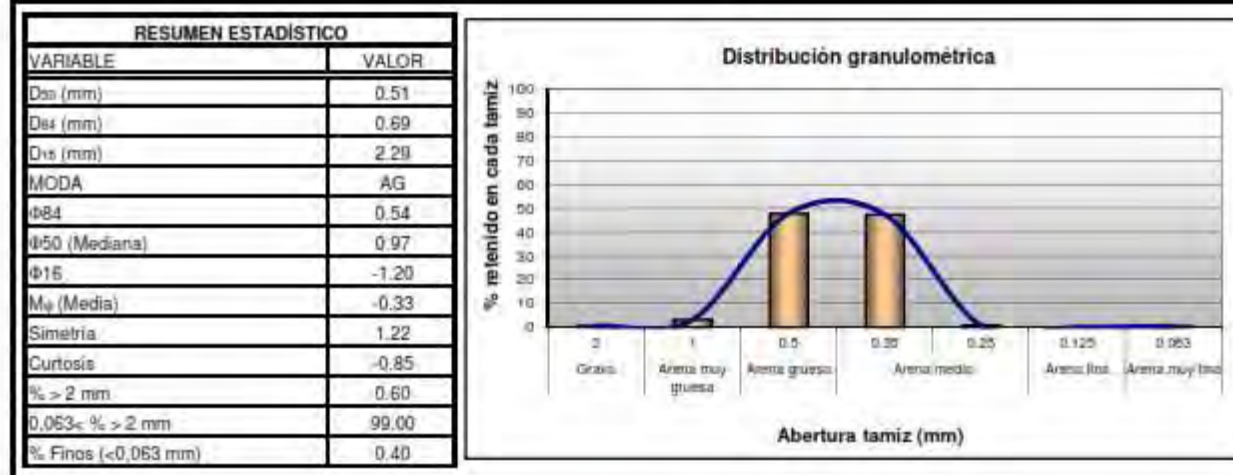
TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	7.30	7.30	92.70	7.30	7.30
Arena muy gruesa	nº 18	1	24.20	16.90	75.80	24.20	16.90
Arena gruesa	nº 35	0.5	82.60	58.40	17.40	82.60	58.40
Arena media	nº 60	0.25	99.00	16.40	1.00	99.00	16.40
Arena fina	nº 120	0.125	99.40	0.40	0.60	99.40	0.40
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.40	0.00	0.60	99.40	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.60	0.00	100.00	0.60



tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P40 (0)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	0.60	0.60	99.40	0.60	0.60
Arena muy gruesa	nº 18	1	3.70	3.10	96.30	3.70	3.10
Arena gruesa	nº 35	0.5	51.40	47.70	48.60	51.40	47.70
Arena media	nº 60	0.25	98.70	47.30	1.30	98.70	47.30
Arena fina	nº 120	0.125	99.60	0.90	0.40	99.60	0.90
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.60	0.00	0.40	99.60	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.40	0.00	100.00	0.40

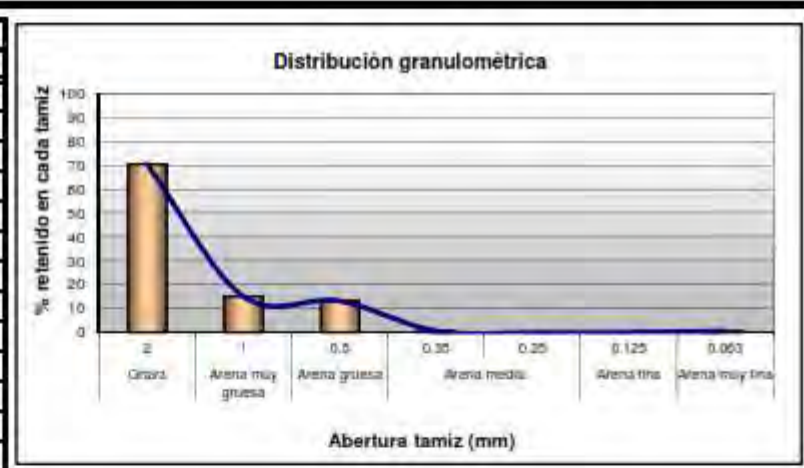


tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P40 (-1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	70.50	70.50	29.50	70.50	70.50
Arena muy gruesa	nº 18	1	85.60	15.10	14.40	85.60	15.10
Arena gruesa	nº 35	0.5	98.80	13.20	1.20	98.80	13.20
Arena media	nº 60	0.25	99.40	0.60	0.60	99.40	0.60
Arena fina	nº 120	0.125	99.40	0.00	0.60	99.40	0.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.40	0.00	0.60	99.40	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.60	0.00	100.00	0.60

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	3.59
D <sub>84</sub> (mm)	35.00
D <sub>16</sub> (mm)	
MODA	G
φ <sub>84</sub>	-5.13
φ <sub>50</sub> (Mediana)	-1.84
φ <sub>16</sub>	
M <sub>0</sub> (Media)	
Simetría	2.31
Curtosis	5.55
% > 2 mm	70.50
0.063 < % > 2 mm	28.90
% Finos (< 0.063 mm)	0.60

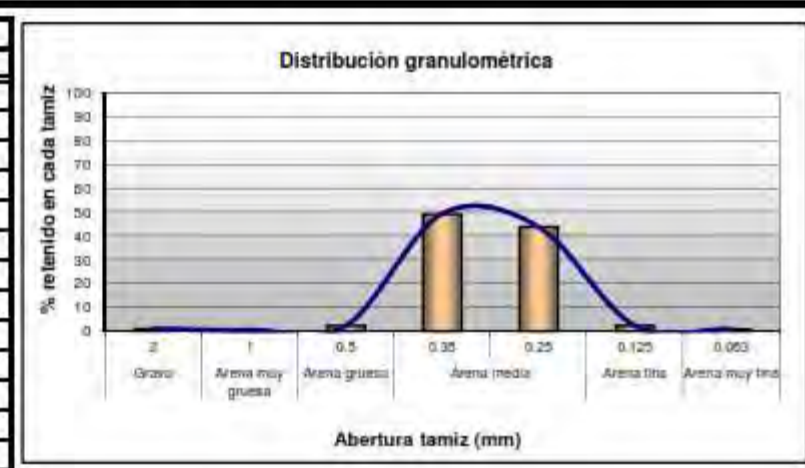


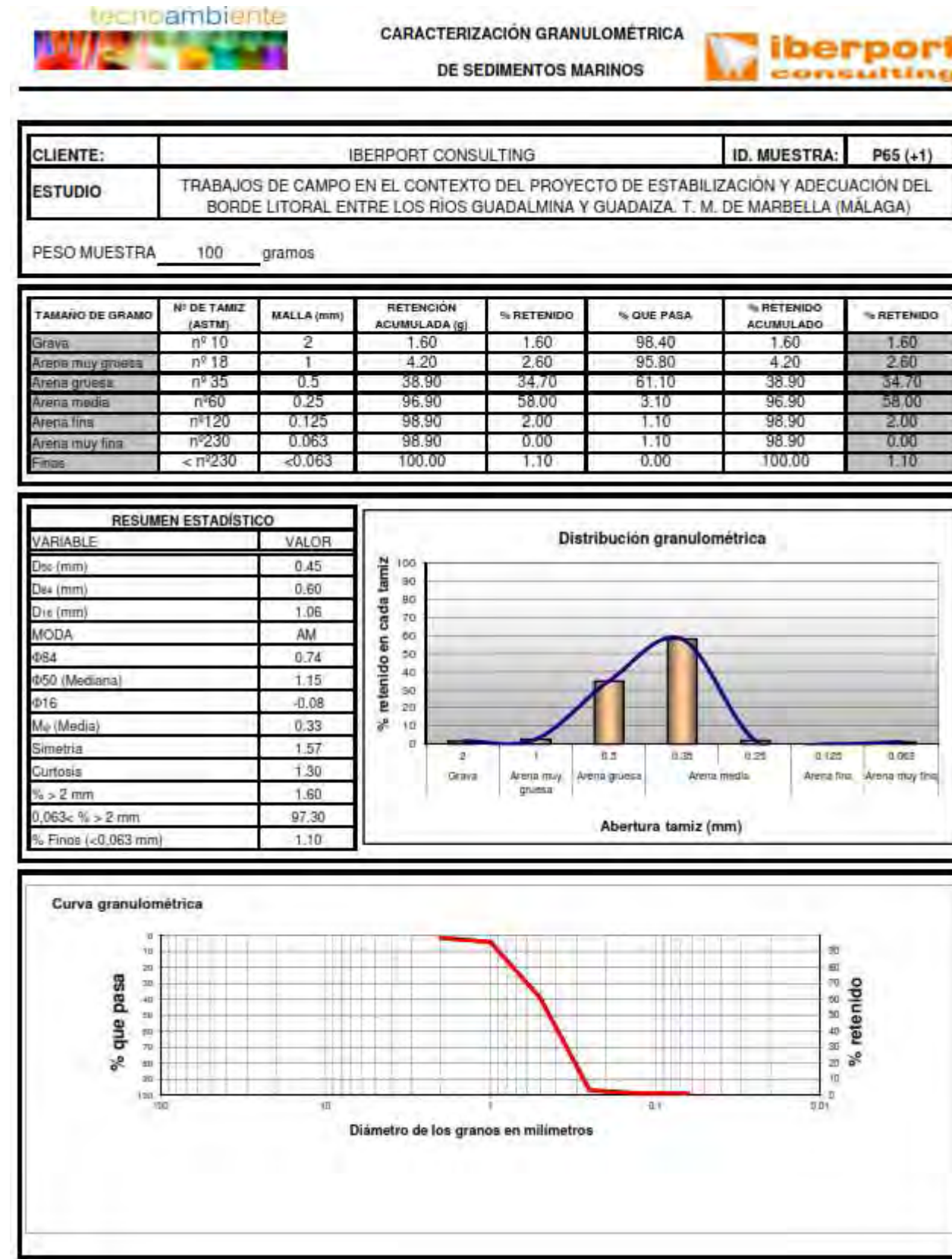
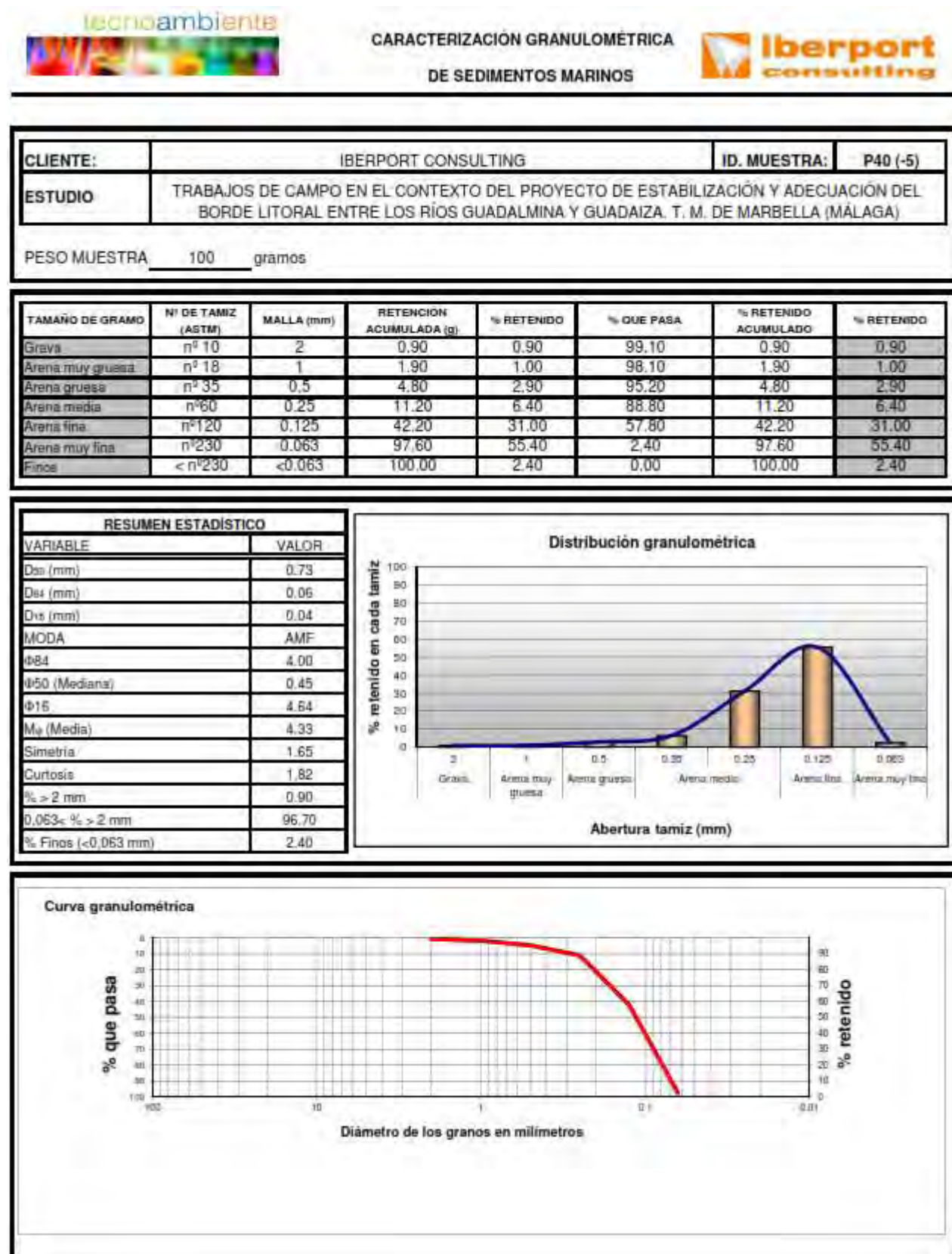
tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P40 (-2)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	1.00	1.00	99.00	1.00	1.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	1.50	0.50	98.50	1.50	0.50
Arena gruesa	nº 35	0.5	3.80	2.30	96.20	3.80	2.30
Arena media	nº 60	0.25	53.00	49.20	47.00	53.00	49.20
Arena fina	nº 120	0.125	96.80	43.80	3.20	96.80	43.80
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.20	2.40	0.80	99.20	2.40
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.80	0.00	100.00	0.80

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.27
D <sub>84</sub> (mm)	0.44
D <sub>16</sub> (mm)	0.16
MODA	AM
φ <sub>84</sub>	1.19
φ <sub>50</sub> (Mediana)	1.89
φ <sub>16</sub>	2.53
M <sub>0</sub> (Media)	1.91
Simetría	1.25
Curtosis	-0.71
% > 2 mm	1.00
0.063 < % > 2 mm	98.20
% Finos (< 0.063 mm)	0.80

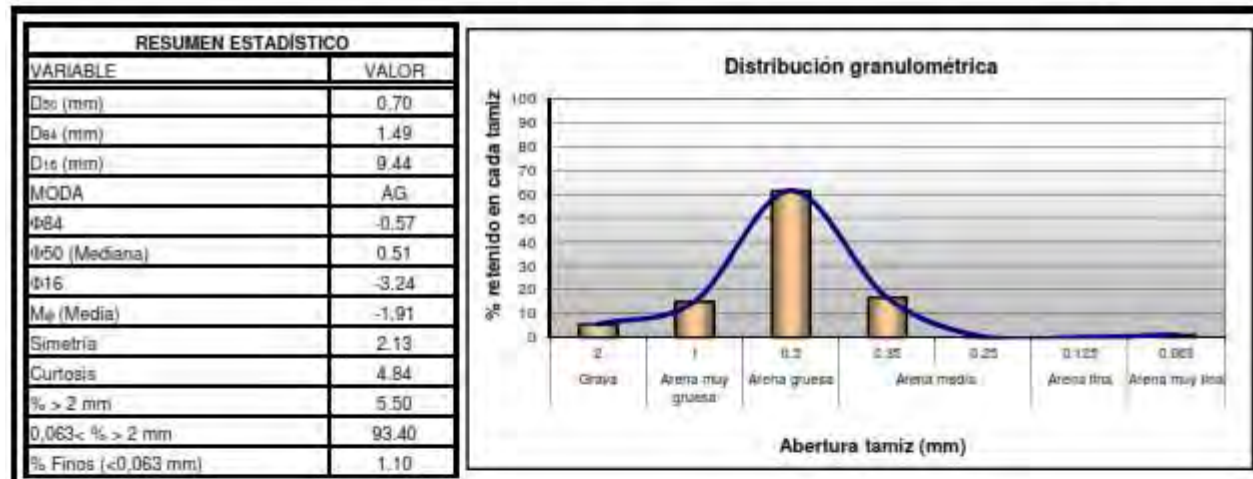




lecoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P65 (0)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

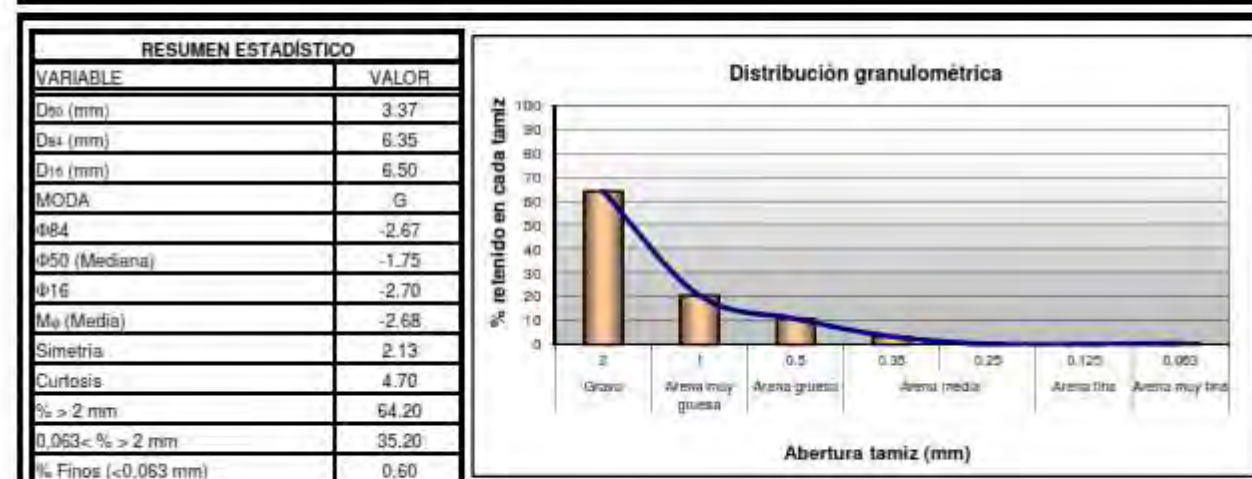
TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	5.50	5.50	94.50	5.50	5.50
Arena muy gruesa	nº 18	1	20.50	15.00	79.50	20.50	15.00
Arena gruesa	nº 35	0.5	82.00	61.50	18.00	82.00	61.50
Arena media	nº 60	0.25	98.70	16.70	1.30	98.70	16.70
Arena fina	nº 120	0.125	98.90	0.20	1.10	98.90	0.20
Arena muy fina	nº 230	0.063	98.90	0.00	1.10	98.90	0.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	1.10	0.00	100.00	1.10



lecoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P65 (-1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	64.20	64.20	35.80	64.20	64.20
Arena muy gruesa	nº 18	1	84.80	20.60	15.20	84.80	20.60
Arena gruesa	nº 35	0.5	95.60	10.80	4.40	95.60	10.80
Arena media	nº 60	0.25	99.00	3.40	1.00	99.00	3.40
Arena fina	nº 120	0.125	99.30	0.30	0.70	99.30	0.30
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.40	0.10	0.60	99.40	0.10
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	0.60	0.00	100.00	0.60



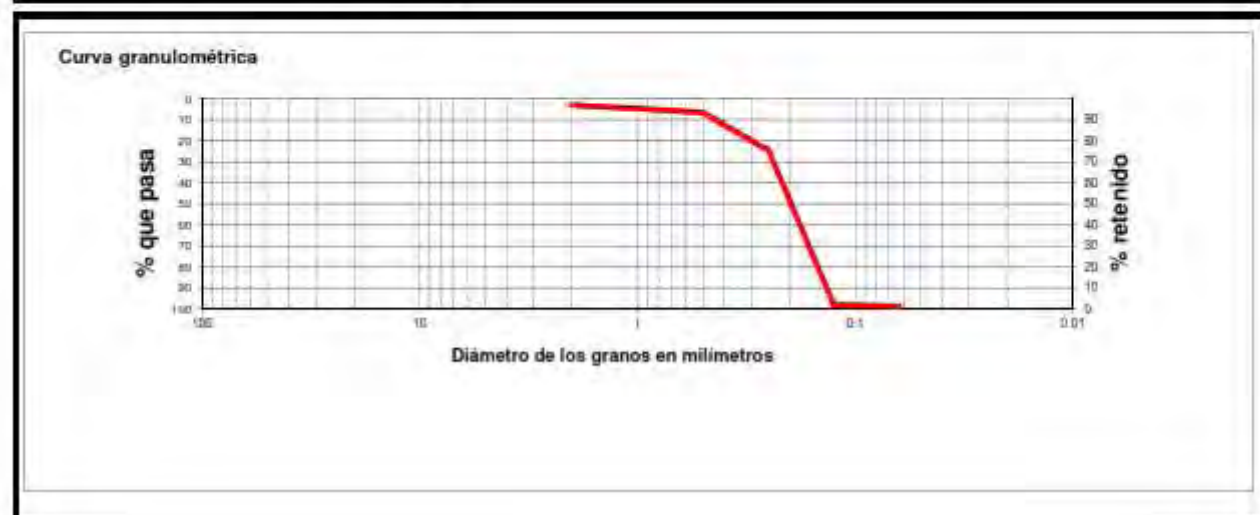
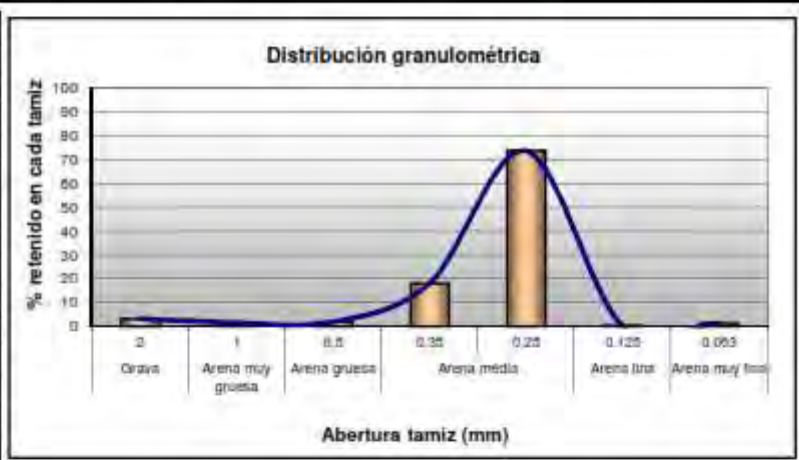
tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P65 (-2)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		

PESO MUESTRA 100 gramos

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	3.20	3.20	96.80	3.20	3.20
Arena muy gruesa	nº 18	1	4.80	1.60	95.20	4.80	1.60
Arena gruesa	nº 35	0.5	6.70	1.90	93.30	6.70	1.90
Arena media	nº 60	0.25	24.70	18.00	75.30	24.70	18.00
Arena fina	nº 120	0.125	98.20	73.50	1.80	98.20	73.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	98.60	0.40	1.40	98.60	0.40
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	1.40	0.00	100.00	1.40

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.19
D <sub>63</sub> (mm)	0.37
D <sub>15</sub> (mm)	0.15
MODA	AF
W <sub>84</sub>	1.43
W <sub>50</sub> (Mediana)	2.40
W <sub>16</sub>	2.75
M <sub>z</sub> (Media)	2.09
Simetría	2.39
Curtosis	5.80
% > 2 mm	3.20
0.063 < % > 2 mm	95.40
% Finos (< 0.063 mm)	1.40



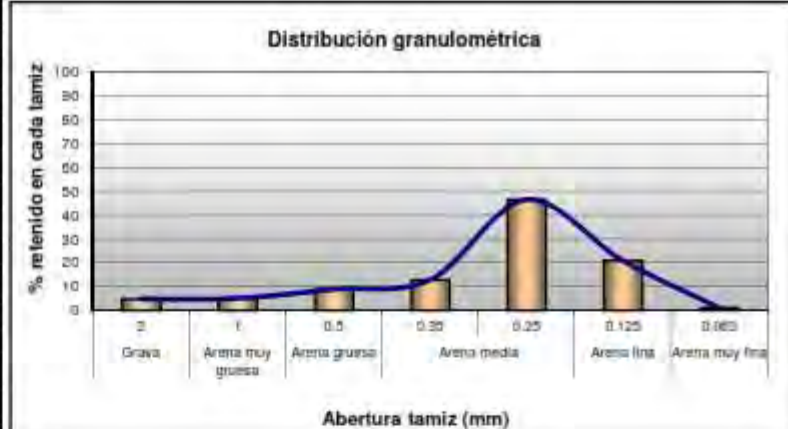
tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

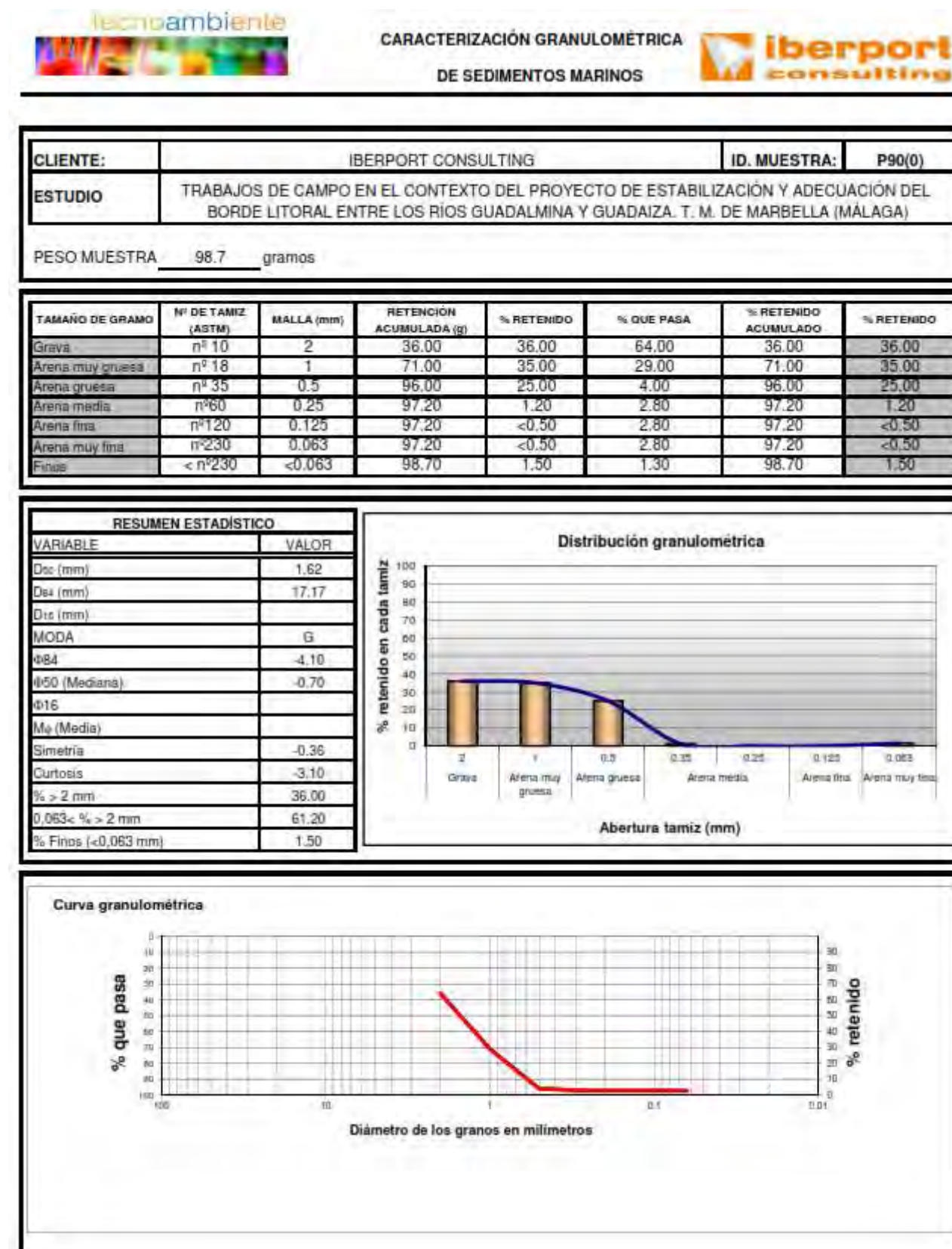
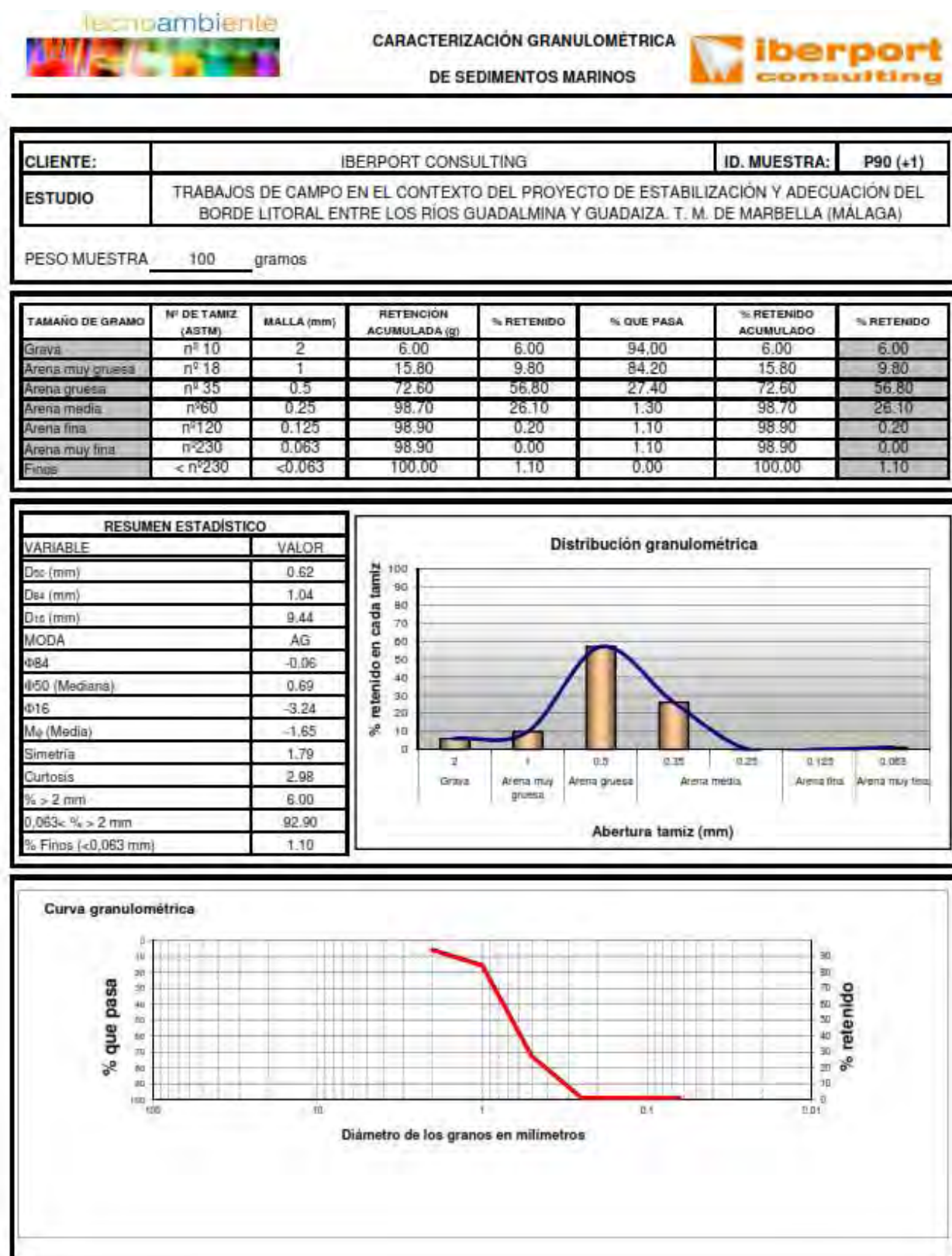
CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P65 (-5)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		

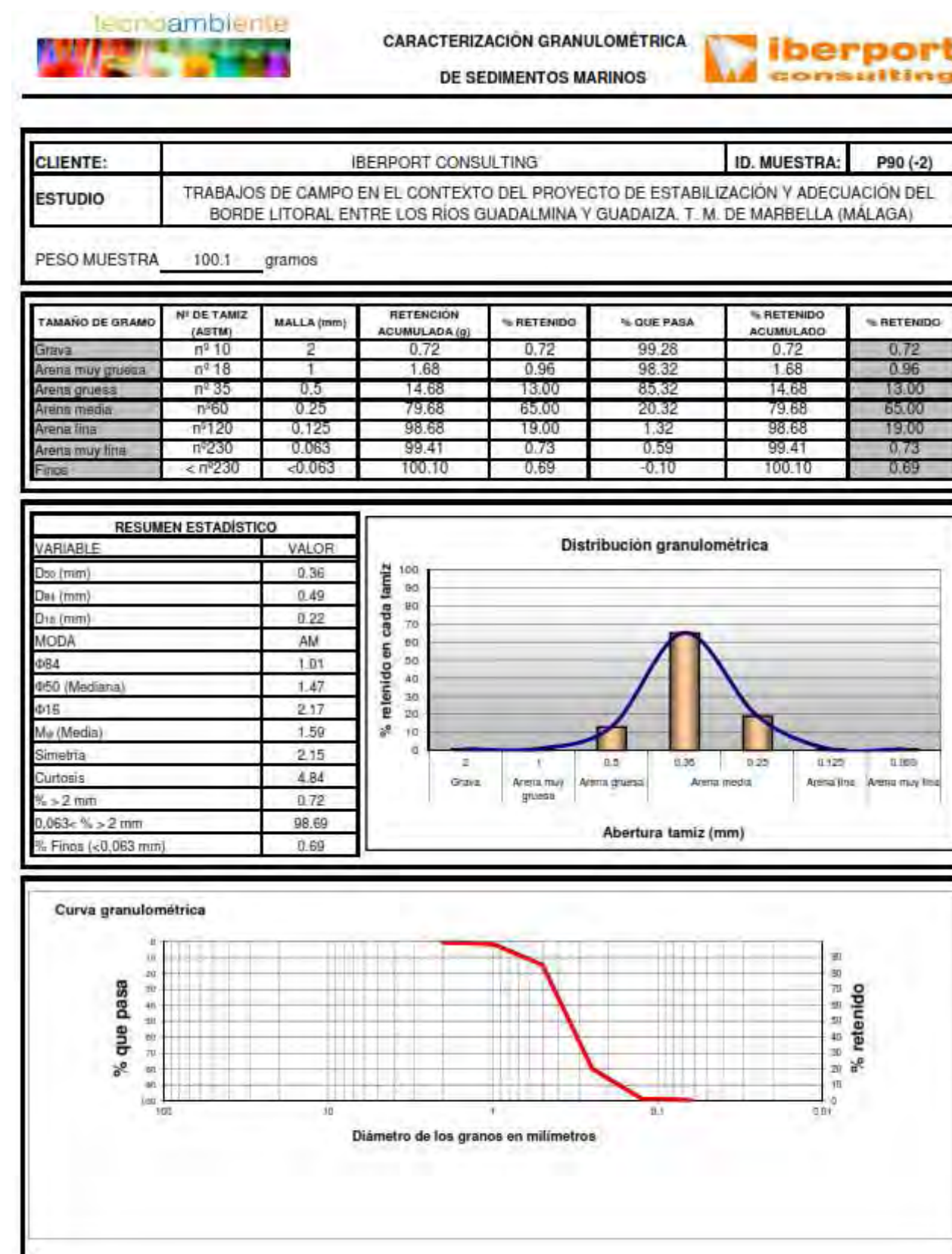
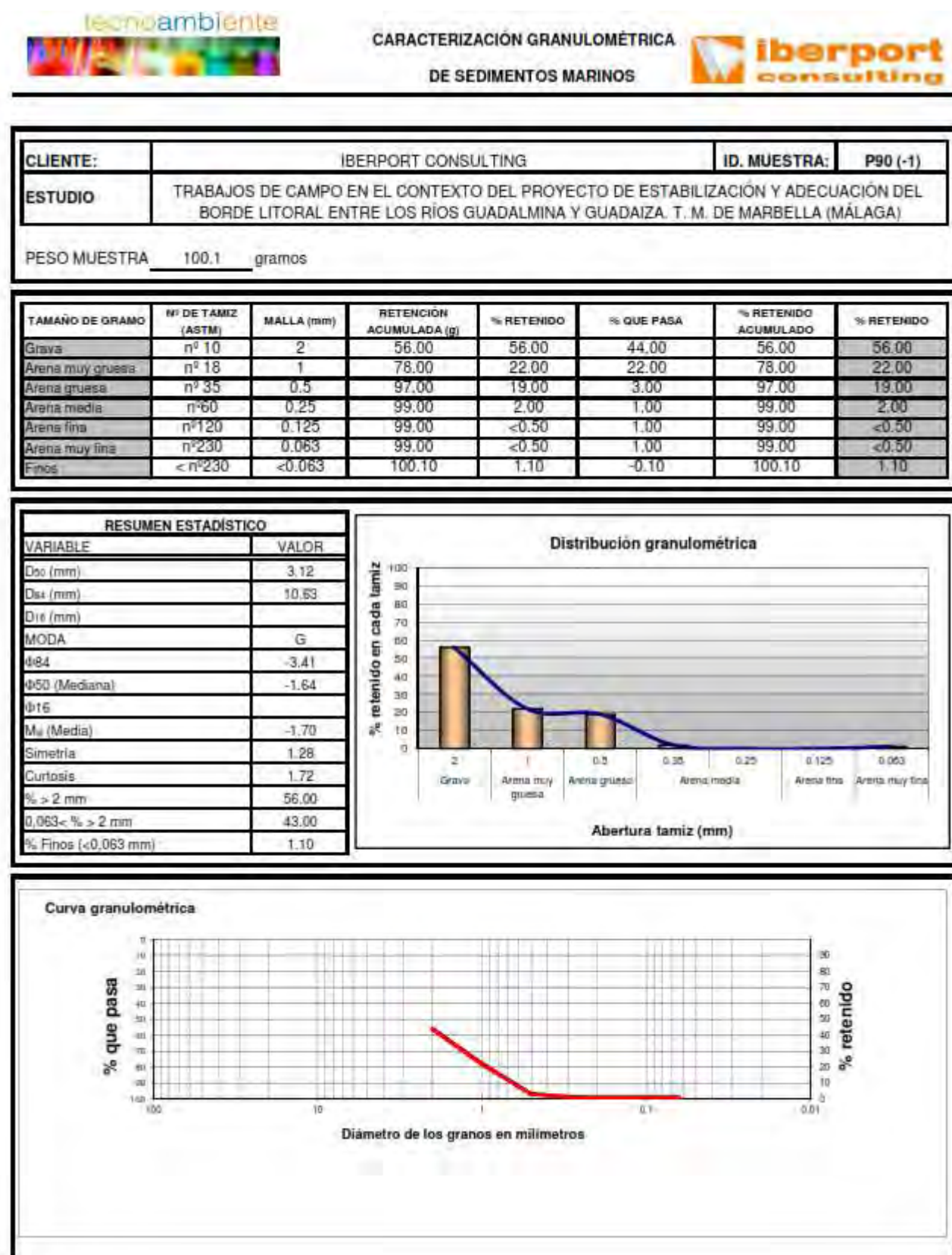
PESO MUESTRA 100 gramos

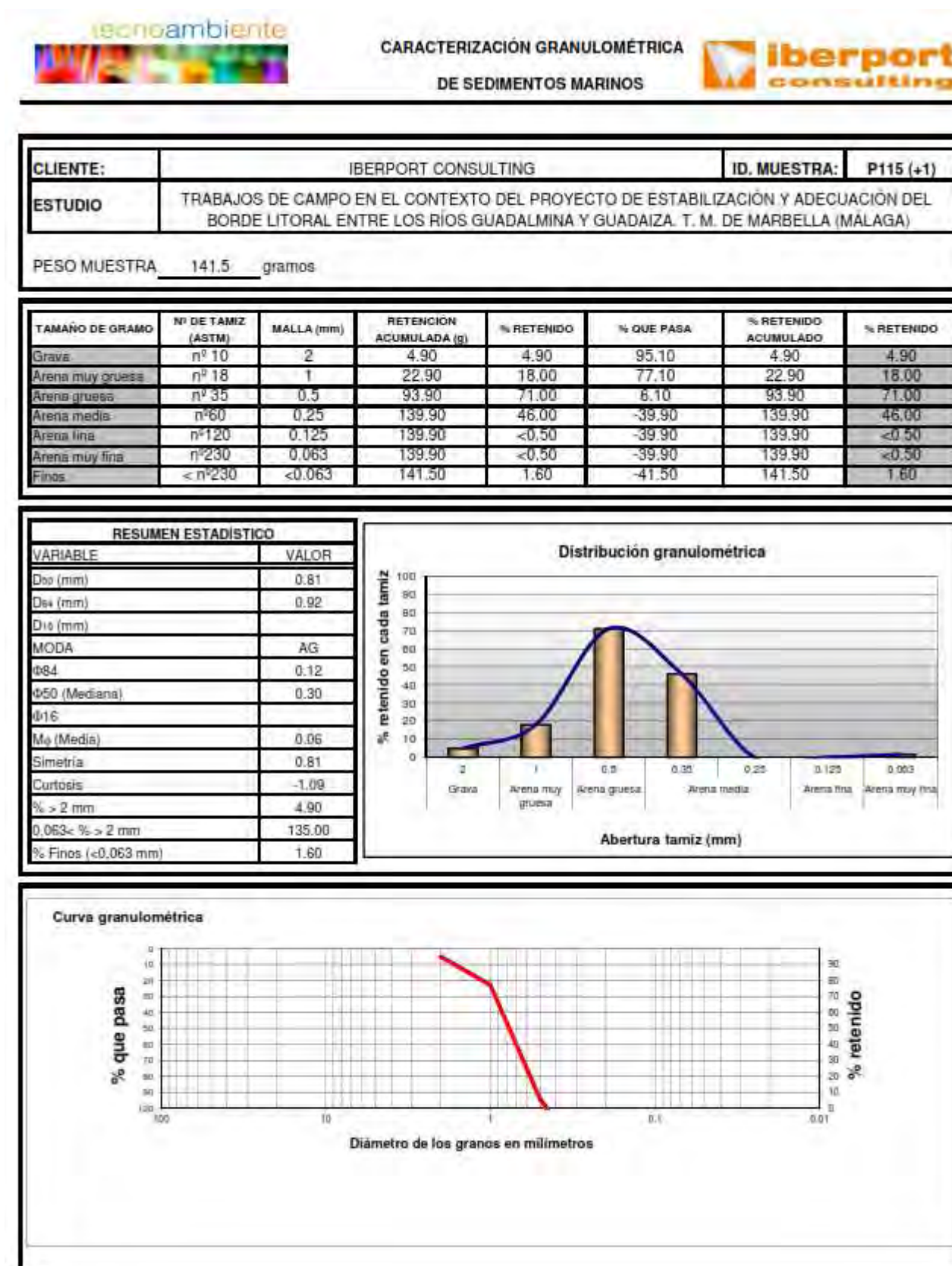
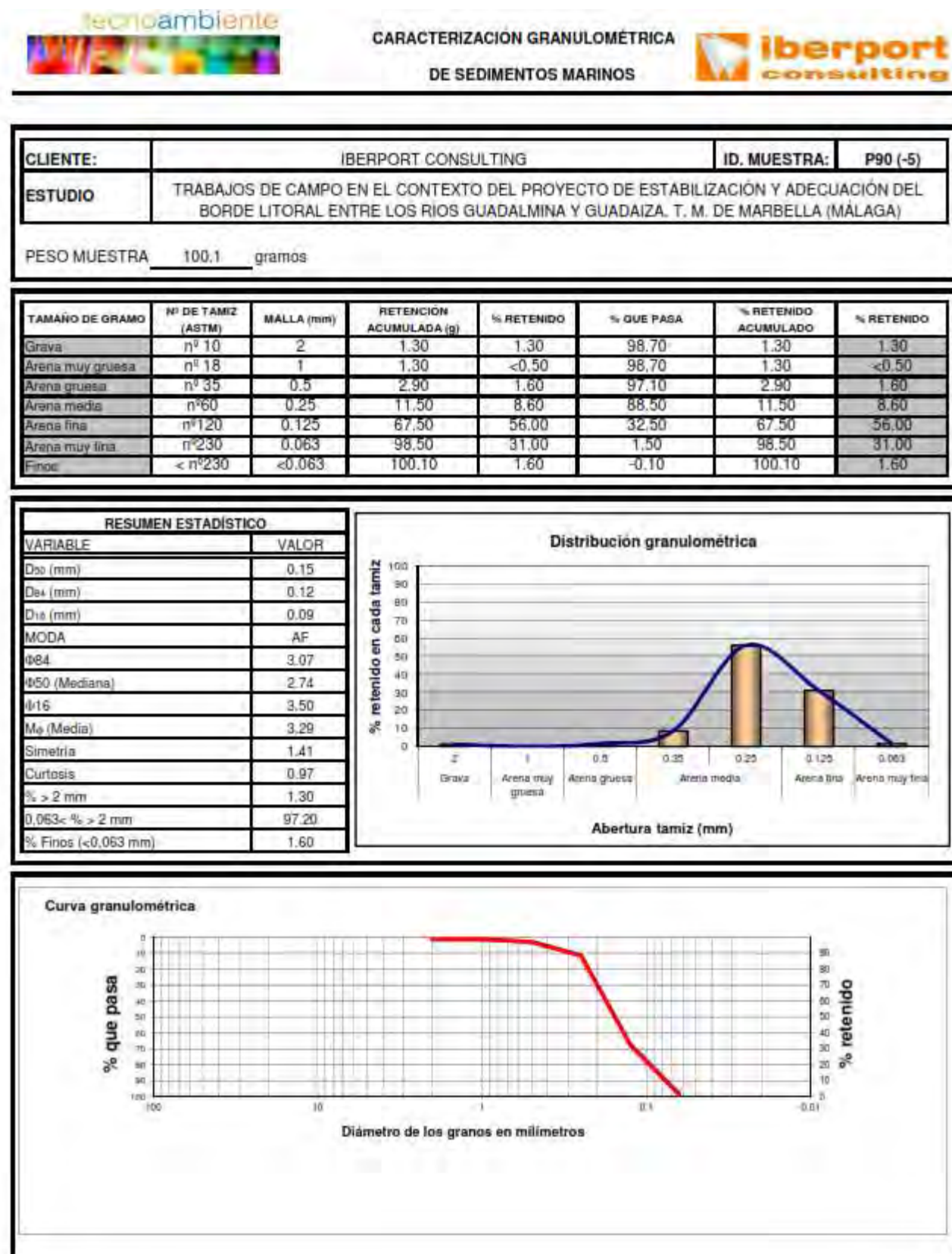
TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	4.80	4.80	95.20	4.80	4.80
Arena muy gruesa	nº 18	1	9.90	5.10	90.10	9.90	5.10
Arena gruesa	nº 35	0.5	18.80	8.90	81.20	18.80	8.90
Arena media	nº 60	0.25	31.60	12.80	68.40	31.60	12.80
Arena fina	nº 120	0.125	78.00	46.40	22.00	78.00	46.40
Arena muy fina	nº 230	0.063	98.90	20.90	1.10	98.90	20.90
Finos	< nº 230	< 0.063	100.00	1.10	0.00	100.00	1.10

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.18
D <sub>63</sub> (mm)	0.55
D <sub>15</sub> (mm)	0.11
MODA	AF
W <sub>84</sub>	0.85
W <sub>50</sub> (Mediana)	2.47
W <sub>16</sub>	3.20
M <sub>z</sub> (Media)	2.03
Simetría	1.81
Curtosis	3.43
% > 2 mm	4.80
0.063 < % > 2 mm	94.10
% Finos (< 0.063 mm)	1.10







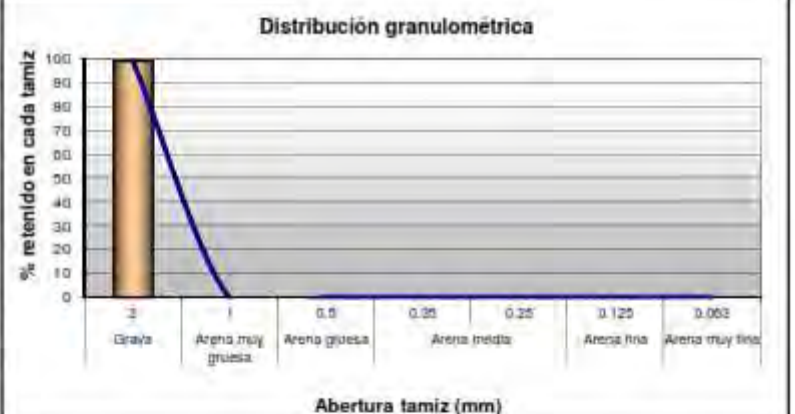


tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P115 (0)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	99 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	99.00	99.00	1.00	99.00	99.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena gruesa	nº 35	0.5	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena media	nº 60	0.25	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena fina	nº 120	0.125	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Finos	< nº 230	<0.063	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	>4.75
D <sub>60</sub> (mm)	
D <sub>10</sub> (mm)	
MODA	G
U <sub>64</sub>	
U <sub>50</sub> (Mediana)	
U <sub>16</sub>	
M <sub>0</sub> (Media)	
Simetría	
Curtosis	
% > 2 mm	99.00
0.063 < % > 2 mm	0.00
% Finos (<0.063 mm)	<0.50

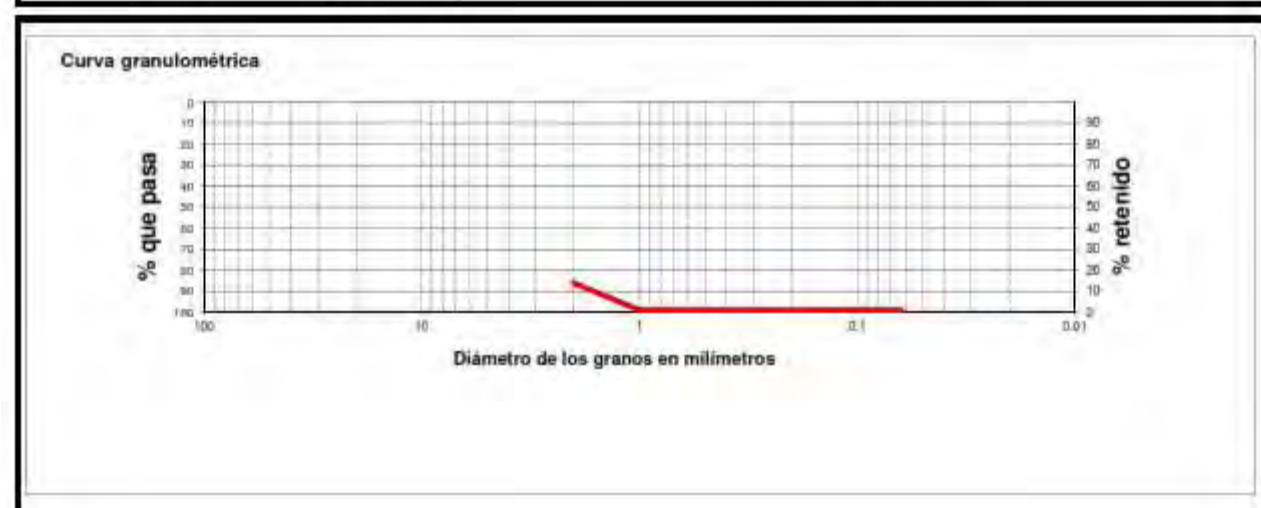
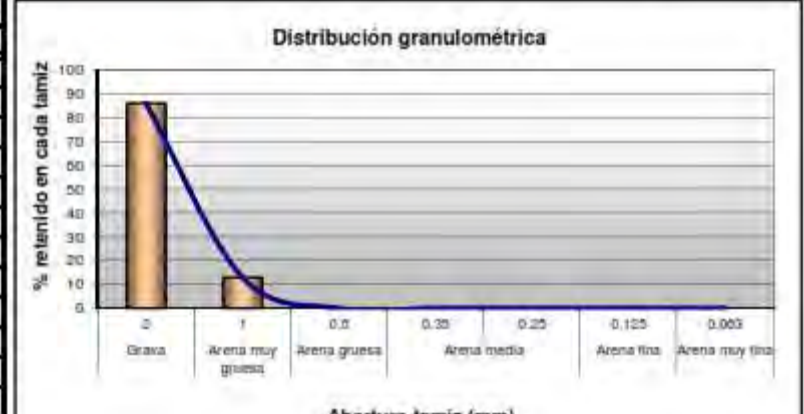


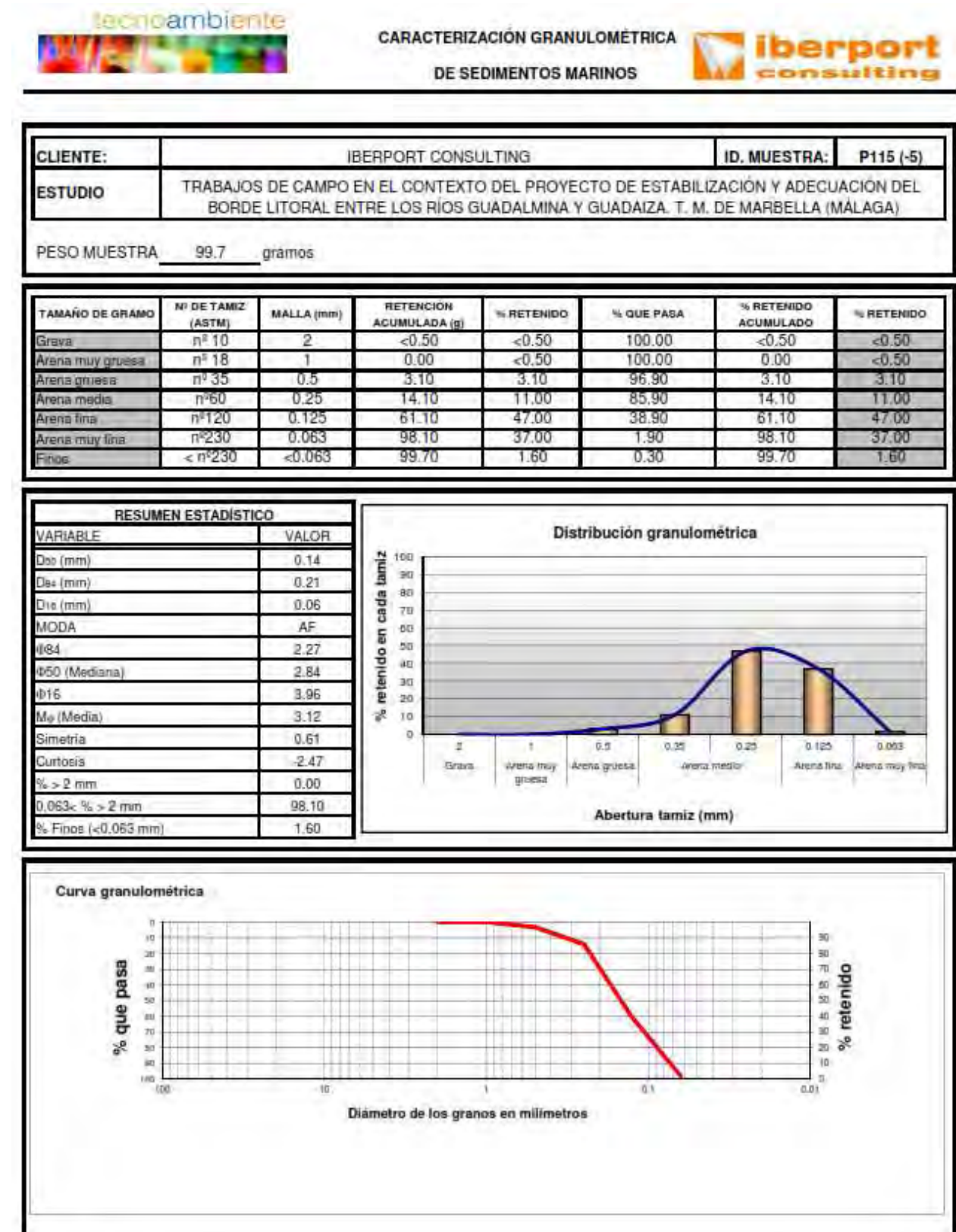
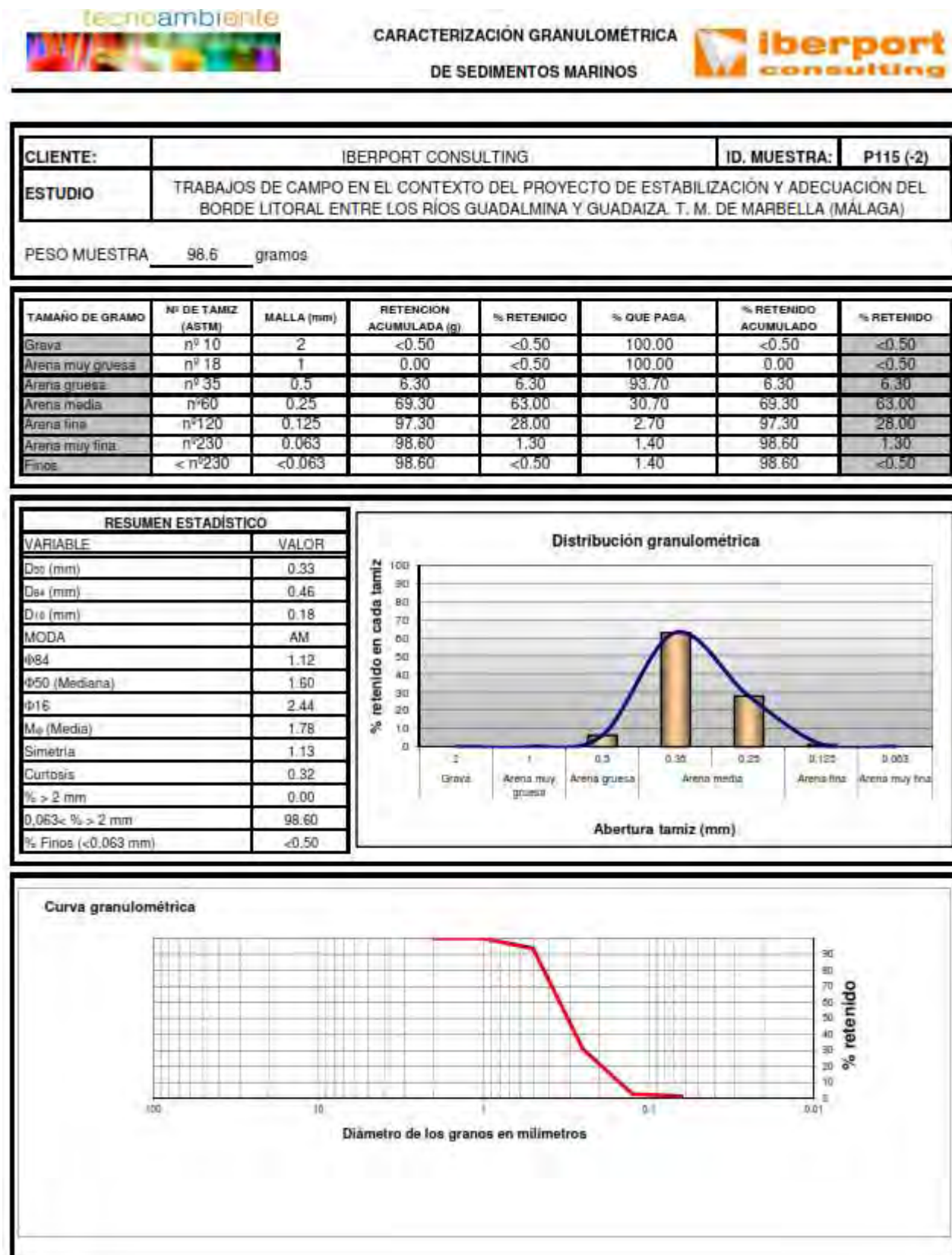
tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P115 (-1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	99 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	86.00	86.00	14.00	86.00	86.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	99.00	13.00	1.00	99.00	13.00
Arena gruesa	nº 35	0.5	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena media	nº 60	0.25	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena fina	nº 120	0.125	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50
Finos	< nº 230	<0.063	99.00	<0.50	1.00	99.00	<0.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	4.11
D <sub>60</sub> (mm)	
D <sub>10</sub> (mm)	
MODA	G
U <sub>64</sub>	
U <sub>50</sub> (Mediana)	-2.04
U <sub>16</sub>	
M <sub>0</sub> (Media)	
Simetría	
Curtosis	
% > 2 mm	86.00
0.063 < % > 2 mm	13.00
% Finos (<0.063 mm)	<0.50



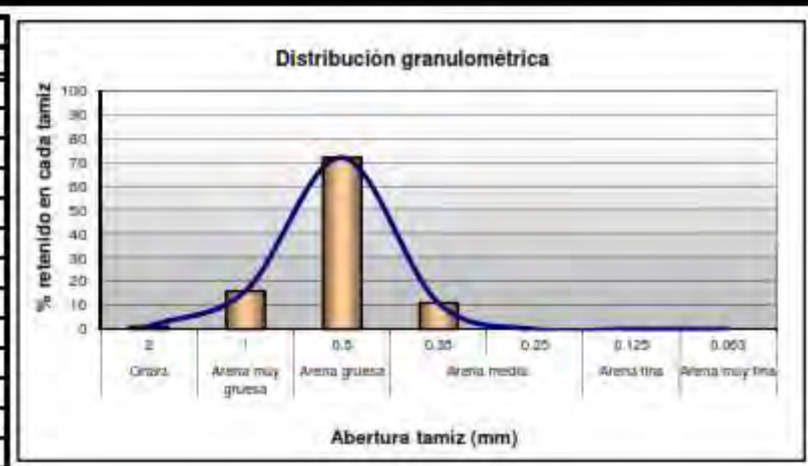


lechoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P140 (+1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100.2 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	1.20	1.20	98.80	1.20	1.20
Arena muy gruesa	nº 18	1	17.20	16.00	82.80	17.20	16.00
Arena gruesa	nº 35	0.5	89.20	72.00	10.80	89.20	72.00
Arena media	nº 60	0.25	100.20	11.00	-0.20	100.20	11.00
Arena fina	nº 120	0.125	100.20	<0.50	-0.20	100.20	<0.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	100.20	<0.50	-0.20	100.20	<0.50
Finos	< nº 230	<0.063	100.20	<0.50	-0.20	100.20	<0.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.74
D <sub>64</sub> (mm)	2.16
D <sub>16</sub> (mm)	
MODA	AG
Φ <sub>84</sub>	-1.11
Φ <sub>50</sub> (Mediana)	0.43
Φ <sub>16</sub>	
M <sub>y</sub> (Media)	
Simetría	1.77
Curtosis	3.33
% > 2 mm	1.20
0.063< % > 2 mm	99.00
% Finos (<0.063 mm)	<0.50

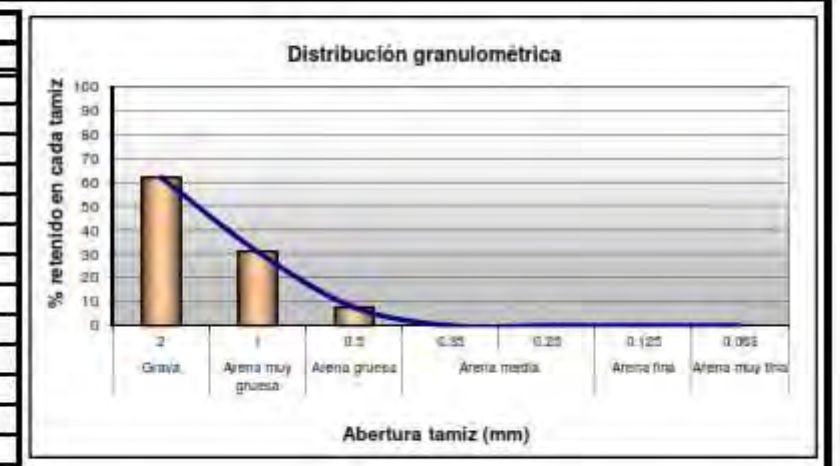


lechoambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P140 (0)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100.7 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	62.00	62.00	38.00	62.00	62.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	93.00	31.00	7.00	93.00	31.00
Arena gruesa	nº 35	0.5	100.70	7.70	-0.70	100.70	7.70
Arena media	nº 60	0.25	100.70	<0.50	-0.70	100.70	<0.50
Arena fina	nº 120	0.125	100.70	<0.50	-0.70	100.70	<0.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	100.70	<0.50	-0.70	100.70	<0.50
Finos	< nº 230	<0.063	100.70	<0.50	-0.70	100.70	<0.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	2.60
D <sub>64</sub> (mm)	
D <sub>16</sub> (mm)	
MODA	G
Φ <sub>84</sub>	
Φ <sub>50</sub> (Mediana)	-1.38
Φ <sub>16</sub>	
M <sub>y</sub> (Media)	
Simetría	0.42
Curtosis	
% > 2 mm	62.00
0.063< % > 2 mm	38.70
% Finos (<0.063 mm)	<0.50

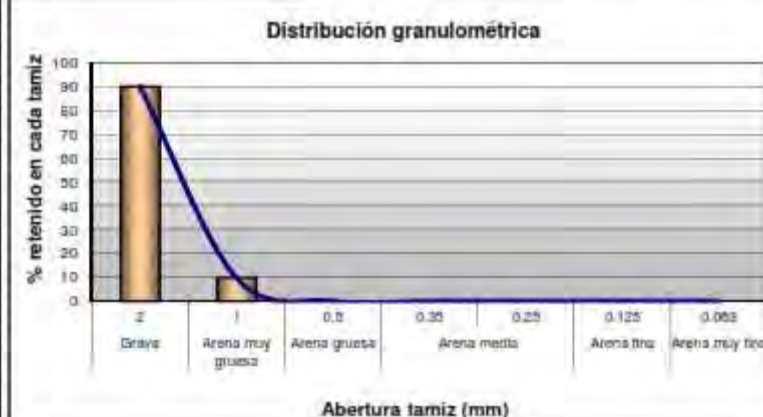


tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P140 (-1)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	99.8 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	90.00	90.00	10.00	90.00	90.00
Arena muy gruesa	nº 18	1	99.80	9.80	0.20	99.80	9.80
Arena gruesa	nº 35	0.5	99.80	<0.50	0.20	99.80	<0.50
Arena media	nº 60	0.25	99.80	<0.50	0.20	99.80	<0.50
Arena fina	nº 120	0.125	99.80	<0.50	0.20	99.80	<0.50
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.80	<0.50	0.20	99.80	<0.50
Finos	< nº 230	<0.063	99.80	<0.50	0.20	99.80	<0.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	>4.75
D <sub>60</sub> (mm)	
D <sub>10</sub> (mm)	
MODA	G
σ <sub>64</sub>	
σ <sub>50</sub> (Mediana)	<-2.25
σ <sub>16</sub>	
M <sub>0</sub> (Media)	
Simetría	
Curtosis	
% > 2 mm	90.00
0.063 < % > 2 mm	9.80
% Finos (<0.063 mm)	<0.50



tecnambiente  
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS  
iberport consulting

CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P140 (-2)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100.63 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	3.10	3.10	100.00	3.10	3.10
Arena muy gruesa	nº 18	1	5.80	2.70	94.20	5.80	2.70
Arena gruesa	nº 35	0.5	16.80	11.00	83.20	16.80	11.00
Arena media	nº 60	0.25	68.80	52.00	31.20	68.80	52.00
Arena fina	nº 120	0.125	96.80	28.00	3.20	96.80	28.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	99.90	3.10	0.10	99.90	3.10
Finos	< nº 230	<0.063	100.63	0.73	-0.63	100.63	0.73

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.33
D <sub>60</sub> (mm)	0.50
D <sub>10</sub> (mm)	0.18
MODA	AM
σ <sub>64</sub>	0.99
σ <sub>50</sub> (Mediana)	1.60
σ <sub>16</sub>	2.46
M <sub>0</sub> (Media)	1.72
Simetría	1.63
Curtosis	2.04
% > 2 mm	3.10
0.063 < % > 2 mm	96.80
% Finos (<0.063 mm)	0.73





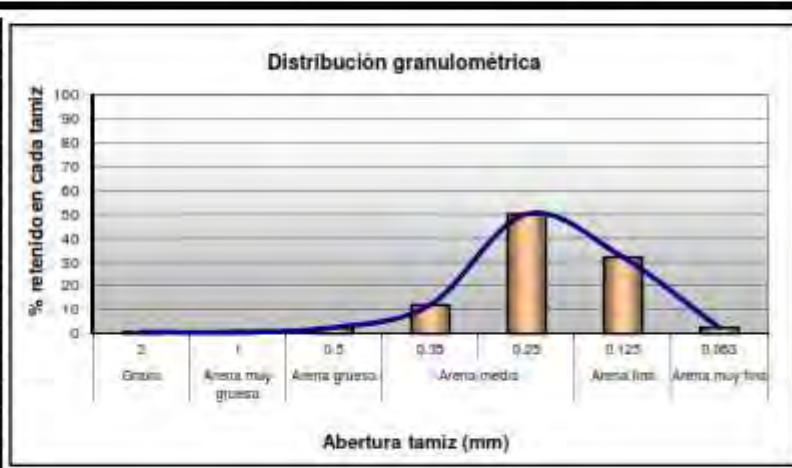
CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA  
DE SEDIMENTOS MARINOS



CLIENTE:	IBERPORT CONSULTING	ID. MUESTRA:	P140 (-5)
ESTUDIO	TRABAJOS DE CAMPO EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN Y ADECUACIÓN DEL BORDE LITORAL ENTRE LOS RÍOS GUADALMINA Y GUADAIZA. T. M. DE MARBELLA (MÁLAGA)		
PESO MUESTRA	100,2 gramos		

TAMAÑO DE GRAMO	Nº DE TAMIZ (ASTM)	MALLA (mm)	RETENCIÓN ACUMULADA (g)	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO
Grava	nº 10	2	0.54	0.54	100.00	0.54	0.54
Arena muy gruesa	nº 18	1	1.20	0.66	98.80	1.20	0.66
Arena gruesa	nº 35	0.5	3.70	2.50	96.30	3.70	2.50
Arena media	nº 60	0.25	15.70	12.00	84.30	15.70	12.00
Arena fina	nº 120	0.125	65.70	50.00	34.30	65.70	50.00
Arena muy fina	nº 230	0.063	97.70	32.00	2.30	97.70	32.00
Finos	< nº 230	< 0.063	100.20	2.50	-0.20	100.20	2.50

RESUMEN ESTADÍSTICO	
VARIABLE	VALOR
D <sub>50</sub> (mm)	0.14
D <sub>60</sub> (mm)	0.24
D <sub>10</sub> (mm)	0.08
MODA	AF
Φ <sub>84</sub>	2.04
Φ <sub>50</sub> (Mediana)	2.84
Φ <sub>16</sub>	3.66
M <sub>φ</sub> (Media)	2.85
Simetría	1.37
Curtosis	0.69
% > 2 mm	0.54
0,063< % > 2 mm	97.16
% Finos (<0.063 mm)	2.50



Anejo nº6: Bases de diseño.  
(No varía respecto el proyecto básico)

## ANEJO Nº6: BASES DE DISEÑO.

### CRITERIO DEL RIESGO Y NATURALEZA DE LA OBRA, SEGÚN LA ROM 02/90:

Los criterios y bases de cálculo de las obras de defensa de costas, regeneraciones de playas, obras de abrigo, o cualquier obra de costas que se vea afectada por la acción del oleaje, vienen determinados según la Metodología definida en las Recomendaciones para Obras Marítimas, ROM 0.2/90, Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias, tanto como para estructuras en fase constructiva como para obras ya ejecutadas.

### Descripción de las actuaciones a proyectar:

Se proyectan dos actuaciones interdependientes. Por un lado, el diseño de obras marítimas necesarias para la recuperación y estabilización de playas. Y al mismo tiempo, rediseño del borde litoral terrestre con toda la recuperación del dominio público marítimo terrestre

### Vida Útil de las Obras proyectadas:

La vida útil de las obras proyectadas se calcula en base a la tabla 2.2.1.1. de la ROM 0.9/90, en la que se definen la vida útil mínima a considerar de las obras o instalaciones proyectadas, calificándolas según sean infraestructuras de carácter general o industrial específico, y con Nivel 1, 2 o 3, según el interés local, general o sean obras de interés especial por su necesidad antes inundaciones o ser de carácter supranacional.

La tabla de valoración es la siguiente:

TABLA 2.2.1.1. VIDAS ÚTILES MÍNIMAS PARA OBRAS O INSTALACIONES DE CARÁCTER DEFINITIVO (en años)			
TIPO DE OBRA O INSTALACIÓN	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL	25	50	100
DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO	15	25	50

**LEYENDA:**

**INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL:**  
Obras de carácter general; no ligadas a la explotación de una instalación industrial o de un yacimiento concreto.

**DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO:**  
Obras al servicio de una instalación industrial concreta o ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria (por ejemplo, puerto de servicio de una industria, cargadero de mineral afecto a un yacimiento concreto, plataforma de extracción de petróleo,...).

**NIVEL 1:**  
Obras e instalaciones de interés local o auxiliares.  
Pequeño riesgo de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.  
(Obras de defensa y regeneración de costas, obras en puertos menores deportivos, emisarios locales, pavimentos, instalaciones para manejo y manipulación de mercancías, edificaciones,...).

**NIVEL 2:**  
Obras e instalaciones de interés general.  
Riesgo moderado de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.  
(Obras en grandes puertos, emisarios de grandes ciudades, ...).

**NIVEL 3:**  
Obras e instalaciones de protección contra inundaciones o de carácter supranacional. Riesgo elevado de pérdidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.  
(Defensa de núcleos urbanos o bienes industriales, ...).

En este caso, cualquiera de las actuaciones descritas posibles que se proyecten, se pueden catalogar como actuaciones de infraestructura de carácter general, con nivel 1, por ser actuaciones

de carácter local o auxiliar, con pequeño riesgo de pérdidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura. Por tanto, la vida útil mínima de las obras proyectadas se estima en 25 años.

#### Riesgo máximo admisible:

De manera similar al cálculo de la vida útil mínima, se puede estimar en la tabla 3.2.3.1.2. de la ROM 0.2/90 el riesgo máximo admisible, tomando el valor máximo de la que se consiga en dicha tabla del apartado a) para riesgo de iniciación de averías, por la naturaleza de las obras que se proponen.

TABLA 3.2.3.1.2. RIESGOS MÁXIMOS ADMISIBLES PARA LA DETERMINACIÓN, A PARTIR DE DATOS ESTADÍSTICOS, DE VALORES CARACTERÍSTICOS DE CARGAS VARIABLES PARA FASE DE SERVICIO Y CONDICIONES EXTREMAS			
a) RIESGO DE INICIACIÓN DE AVERÍAS			
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
Índice $r = \frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	0,50	0,30
	MEDIA	0,30	0,20
	ALTA	0,25	0,15
b) RIESGO DE DESTRUCCIÓN TOTAL			
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
Índice $r = \frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	0,20	0,15
	MEDIA	0,15	0,10
	ALTA	0,10	0,05
<p>Se adoptará como riesgo máximo admisible el de iniciación de averías o el de destrucción total según las características de deformabilidad y de posibilidad o facilidad de reparación de la estructura resistente.</p> <p>Para obras rígidas o de rotura frágil sin posibilidad de reparación se adoptará el riesgo de destrucción total.</p> <p>Para obras flexibles, semirrigidas o de rotura en general reparable (daños menores que un nivel prefijado función del tipo estructural) se adoptará el riesgo de iniciación de averías.</p> <p>En este tipo de obras podrá adoptarse también el riesgo de destrucción total, definiendo para cada tipo estructural el nivel de daños aceptado como de destrucción total. La acción resultante se considerará como accidental.</p>			
LEYENDA:			
■ POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS			
— Reducida: Cuando no es esperable que se produzcan pérdidas humanas en caso de rotura o daños.			
— Esperable: Cuando es previsible que se produzcan pérdidas humanas en caso de rotura o daños.			
■ REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA			
Índice $r = \frac{\text{Coste de pérdidas directas e indirectas}}{\text{Inversión}}$			
— BAJA: $r \leq 5$			
— MEDIA: $5 < r \leq 20$			
— ALTA: $r > 20$			

En este caso, se determinan dos valores, la repercusión económica en caso de inutilización de la obra, que de manera general se determina como media, y la posibilidad de pérdidas humanas en caso de iniciación de las averías, que es reducida. En este caso, se obtiene por tanto un riesgo máximo admisible  $E = 0,30$ .

Periodo de retorno de temporales:

Las acciones de oleaje que pueden actuar sobre las obras que se proyecten, y que determinan en cierto modo muchos de los parámetros que influyen en diferentes aspectos de la dinámica litoral viene determinado por el periodo de retorno de dicho oleaje. Este se calcula en base a la formulación propuesta también en la ROM 0.2/90:

$$E = 1 - (1 - 1/T_r)^n, \text{ en donde:}$$

$$E = \text{Grado de riesgo de la estructura} = 0,30.$$

$$n = \text{Vida útil mínima de la obra} = 25 \text{ años.}$$

$$T_r = \text{Periodo de retorno del temporal de cálculo en años.}$$

Por tanto, el valor obtenido del **Periodo de retorno del temporal en años es  $T_r = 70$  años.**

**METODOLOGÍA APLICABLE SEGÚN LA ROM 0.0. INDICE DE REPERCUSIÓN ECONOMICA (IRE) E INDICE SOCIAL Y AMBIENTAL (ISA).**

Aunque no es de aplicación obligatoria, se ha estudiado el procedimiento de las bases de cálculo propuesto en la ROM 0.0, publicada en el año 2.001 y que está siendo modificada y estudiada, siendo esta ROM la que sustituya a la ROM 0.2/90. Las bases a calcular en este caso son los denominados índice de repercusión económica (IRE en adelante) e índice social y ambiental (ISA). Finalmente, con los valores calculados, se realiza una comparación con el método propuesto en la ROM 0.2/90 para obtener conclusiones.

Los coeficientes citados se detallan concretamente en la ROM 0.0, Procedimientos General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias, Parte I, y mediante dichos coeficientes se determina el carácter de la obra, y se puede estimar en este caso la probabilidad de fallo y el método de cálculo que debe emplearse.

**Cálculo del IRE:**

El IRE se determina mediante el siguiente proceso:

- 1) Concretar el valor del Coste de Inversión de las obras de reconstrucción, o  $C_{RD}$ , que se valora igual a la inversión inicial, debidamente actualizada, para simplificar el cálculo.
- 2) Valorar la repercusión por la inutilización de las obras,  $C_{RI}$ , en comparación con el coste tipo de referencia  $C_0$  (estimado como referencia para España 3 millones de euros,  $C_0 = 3$ ).
- 3) Se calcula el IRE como:

$$IRE = (C_{RD} + C_{RI})/C_0$$

- 4) El valor de  $C_{RD}$  se estima en 5 millones de euros, según el presupuesto estimado de licitación (como valor estimado es más que válido, aunque varíe en el proyecto final redactado).
- 5) El valor de  $C_{RI}$ , se estima como:

$$C_{RI} = C^*(A+B), \text{ en donde}$$

A = Representa el ámbito del sistema productivo, estimado entre Local (1), Regional (2) y Nacional o Internacional (5). En este caso se valora como (1).

B = Representa la importancia estratégica, estimado entre Irrelevante (0), Relevante (1) o Esencial (5). En este caso se valora como (1).

C = Representa la importancia del sistema económico, estimado entre Irrelevante (0), Relevante (1) y Esencial (5). En este caso se valora como (1).

Por tanto,  $C_{RI} = 1 \cdot (1+1) = 2$ .

6) Finalmente, el valor del IRE será entonces:

$IRE = (5 + 2)/3 = 2,33$ .

Según la siguiente tabla de la ROM 0.0, tendríamos:

**Tabla 2.1:**  
Vida útil mínima en la fase de proyecto de servicio

IRE	≤ 5	6 - 20	> 20
Vida útil en años	15	25	50

La vida útil de la obra sería de 15 años, al ser el IRE menor de 5.

Cálculo del ISA:

El ISA se determina como la suma a su vez de tres componentes en caso de fallo de las obras:

$ISA = ISA_1 + ISA_2 + ISA_3$ , en donde

$ISA_1$  = Representa la posibilidad de pérdida de vidas humanas, estimado entre Remoto (0), Bajo (3), Alto (10) y Catastrófico (20). En este caso se valora como (0).

$ISA_2$  = Representa los daños al medio ambiente y patrimonio artísticos, sean reversibles o irreversibles, estimado entre Remoto (0), Bajo (2), Medio (5), Alto (8) y Muy alto (15). En este caso se valora como (2).

$ISA_3$  = Representa la alarma social, estimado entre Bajo (0), Medio (5), Alto (10) y Máxima (15). En este caso se valora como (0).

Por tanto,  $ISA = 0 + 2 + 0 = 2$ .

Según la siguiente tabla de la ROM 0.0, tendríamos:

**Tabla 2.2:**  
Máxima probabilidad conjunta en la fase de servicio para los E.L.U.

ISA	< 5	5 - 19	20 - 29	≥ 30
$P_{fuv}$	0.20	0.10	0.01	0.0001
$\beta_{fuv}$	0.84	1.28	2.32	3.71

El valor del ISA es menor que 5 (corroborando el criterio general también expresado en la ROM 0.0 de que la mayoría de las obras marítimas afectadas por el oleaje suelen tener un ISA bajo o muy bajo, como es el caso), que corresponde con una probabilidad máxima conjunta de fallo de 0,20.

De esta manera, al la formulación para obtener el periodo de retorno de los temporales, se obtiene:

$E = 1 - (1 - 1/T_r)^n$ , en donde:

E = Grado de riesgo de la estructura = 0,20.

n = Vida útil mínima de la obra = 15 años.

$T_r$  = Periodo de retorno del temporal de cálculo en años.

Por tanto, el valor obtenido del **Periodo de retorno del temporal en años es  $T_r = 67$  años.**

Comparando ambos procesos, la diferencia es de solo 3 años, 67 y 70 años, que son valores muy similares, y por tanto ambos valores se dan por válidos.

**Anejo nº7: Estudio de clima marítimo.**  
(Se añade anexo respecto el del proyecto básico con la planta exacta de espigones)

## ANEJO Nº7: ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO.

### INDICE

1. ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO EN AGUAS INDEFINIDAS.
2. ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO DE APROXIMACIÓN. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.
3. OLEAJES DE CÁLCULO PARA LAS OBRAS MARÍTIMAS.

ANEXO: OPTIMIZACIÓN DEL ESTUDIO PARA DISEÑO DE FASE 1º.

CLIMA MARÍTIMO EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS:

## 1. METODOLOGÍA Y APLICACIÓN DEL CÁLCULO DE CLIMA MARÍTIMO EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS:

Para estudiar el clima marítimo en la zona de estudio, es necesario partir de un análisis del oleaje en profundidades indefinidas, para posteriormente poder traspasar las características del oleaje obtenidas a profundidad reducida en la franja costera donde se pretende plantear cualquier posible actuación o establecer un diagnóstico actual.

En función de la relación existente entre la profundidad en cada punto y la longitud de onda del oleaje en dicho punto, se puede dividir el oleaje en 3 posibles zonas de actuación:

- Profundidades indefinidas (mar profundo):  $d/L > 1/2$ .
- Profundidad de intersección:  $1/25 < d/L < 1/2$ .
- Profundidad reducida:  $d/L < 1/25$ .

Siendo  $d$  profundidad y  $L$  longitud de onda del oleaje.

En profundidades indefinidas no existen alteraciones del oleaje por condicionantes del fondo marino, y por tanto es la base inicial de partida para estudiar el clima marítimo en cualquier tramo de costa.

Para el estudio del clima marítimo es necesario definir inicialmente que tipo de modelo de oleaje se va a utilizar, usando en este caso por ser el más sencillo y representativo del oleaje en la mayoría de los casos el modelo lineal de Airy (1845), en donde:

$$L_0 = gT^2/2\pi.$$

$$L = L_0 * \tanh(2\pi d)/L.$$

En donde:

$L_0$  = Longitud de onda del oleaje en profundidad indefinida.

$L$  = Longitud de onda del oleaje a una profundidad menor que la mínima para que exista condiciones de profundidad indefinida.

$d$  = Profundidad.

$\tanh$  = Tangente hiperbólica.

$g$  = gravedad ( $9,8 \text{ m/sg}^2$ ).

$T$  = Periodo del oleaje, en sg.

## 2. CLIMA MARÍTIMO EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS, DEFINICIONES PREVIAS:

Como ya se ha comentado, se define como profundidad indefinida aquellas en las que la relación entre la profundidad ( $d$ ) y la longitud de onda del oleaje ( $L$ ) es mayor a  $1/2$ , es de decir,  $d/L > 1/2$ , lo cual quiere decir que en dichas condiciones, el oleaje no se ve afectado por los procesos de refracción motivado por el rozamiento del frente de onda con el fondo del mar, luego el avance es constante y regular, manteniéndose en condiciones ideales la longitud de onda siempre constante.

Para analizar el clima marítimo en dichas condiciones existen múltiples fuentes de datos, siendo éstas principalmente:

- La ROM 0.3/91, concretamente el Área V, mar de Alborán, en donde se ubica el tramo de costa afectado.
- Datos instrumentales existentes y analizados en el Departamento de Clima Marítimo del Ente Público de Puertos del Estado.
- Datos oceanográficos y meteorológicos.
- Otros.

(datos obtenidos en casi su totalidad en la web de puertos del estado, [www.puertos.es](http://www.puertos.es))

Para poder entender y valorar todos los datos que se aportan y analizan, es preciso con anterioridad definir correctamente las diferentes alturas de ola que se pueden analizar, según su definición estadística, relacionada con el tipo de datos utilizados, origen y obtención.

En referencia a los diferentes tipos de altura de ola, se definen:

$H_s$  = Altura de ola significativa (promedio del tercio de olas más altas).

$H_{1/3}$  = Altura de ola media del tercio superior (concepto similar al anterior).

$H_{max}$  = Altura de ola máxima.

$H_{m0}$  = Altura de ola espectral o de momento centrado de orden cero.

$H_{sb}$  = Altura de ola significativa en boya.

$H_{s0}$  = Altura de ola significativa en profundidad indefinida.

$H_{ov}$  = Altura de ola de observación visual.

$H_{max,N}$  = Altura de ola máximo de un registro de N olas.

$H_{1/n}$  = Altura de ola promedio del n-ésimo de olas más altas.

$H_{n\%}$  = Altura de ola excedida un porcentaje de tiempo (n%).

En referencia al Periodo:

$T_s$  = Periodo significativo.

$T_m$  = Periodo medio.

$T_p$  = Periodo de pico.

$T_r$  = Periodo de retorno, intervalo medio de tiempo en donde un valor de la variable, por ejemplo altura de ola, es superado sólo una vez. Se mide en años.

Se comprueba estadísticamente que dado un espectro de oleaje, se cumple qué:

$$T_s = 0,95T_p.$$

$$T_p/T_m = (1,20 - 1,30).$$

Los coeficientes de transformación entre el avance del oleaje de profundidades indefinidas a profundidades reducidas, así como de paso de oleajes tomados en boya, a oleaje en profundidad indefinida son los siguientes:

$K_\alpha$  = Coeficiente direccional.

$K_R$  = Coeficiente de refracción shoaling.

$K_r$  = Coeficiente de refracción por rayo.

$K_s$  = Coeficiente de shoaling, concepto de frente.

$K_{R0}$  = Coeficiente de propagación inversa.

La definición de las diferentes redes de medidas del oleaje o procedencia de los datos de éstos son las siguientes:

REMRO → Red Española de Medida y Registro de Oleaje. Realiza una medición escalar del oleaje.

EMOD → Estaciones Medidoras de Oleaje Direccional.

WANA → Sistema de previsión de oleaje de Puertos del Estado a base de modelos de generación de oleaje. Actualmente perteneciente a la RED SIMAR de boyas virtuales.

WASA → Wave and Storms in the North Pacific.

Los datos que se pueden estudiar a partir de todas estas fuentes son más que suficientes para caracterizar debidamente el clima marítimo incidente en la zona de estudio, estando además

completados los datos escalares y direccionales anteriores con observaciones visuales, series de temporales sobre el mar de Alborán y programas de seguimiento.

Además, existe una boya escalar a la altura del dique de abrigo del puerto de Málaga (la nueva obra), sobre una profundidad en torno a los 22,00 metros, de donde se obtendrán la mayoría de los datos para definir el clima marítimo. Dicha boya es la más cercana a la zona de estudio, y pertenece al área V de la ROM 0.3/91, en donde se define sus espectros resultantes de oleaje.

### 3. ANÁLISIS DE LA PROCEDENCIA DE LOS DATOS DE OLEAJE EN MAR INDEFINIDO:

Las fuentes de datos a estudiar y de donde obtener resultados es variada y en reglas generales fiable para los parámetros que se requieren en este proyecto. No obstante, ello no evita la posibilidad de dispersiones en los resultados según se analicen periodos de retorno elevados, aunque sí es cierto que el periodo de retorno de 70 años estimado en este caso queda fuera de esas posibles dispersiones en los resultados.

Las fuentes de datos son:

#### Boya Escalar Málaga:

La boya situada escalar de Málaga es una boya tipo Waverider, y pertenece a la red costera REMRO. Se procesan y analizan los datos obtenidos en serie ininterrumpidas desde noviembre de 1985 a diciembre de 2005 (el resumen e informes de los datos existentes y tratados se presenta al final del presente anejo, obtenidos directamente de la página web de Puertos del Estado). La profundidad de anclaje de la boya es de 22,00 metros, y el sector activo de los oleajes incidentes es E - SSW, semejante al del tramo de costa objeto de este proyecto. La localización exacta de la boya es:

Longitud: -4.415 E.

Latitud: 36.692 N.

Que equivale a coordenadas 36° 39,6' N, y 4° 26,6' W.

Boya de Málaga.



Emplazamiento de tramo de estudio.

Figura 1. Emplazamiento de la boya de Málaga.

Los datos estadísticos representativos recogidos por la boya, así como las gráficas resumen se presentan en el apéndice 1, 2 y 3, obtenidos de la aplicación de clima marítimo de Puertos del Estado. El resumen de dichos resultados es el siguiente:

Tabla nº1 de Régimen extremal escalar, periodo 1985 - 2002\*:

Altura de ola significativa $H_s$	Periodo de retorno, en años.			
	20	50	100	300
$H_s$ , banda media	4,44	4,90	5,63	5,99
Desviación	0,65	0,87	1,26	1,47
Banda 90%	5,09	5,77	6,89	7,46

Tabla nº2 de Régimen extremal direccional Este - Sureste (E-SE), periodo 1985 - 2002\*:

Altura de ola significativa $H_s$	Periodo de retorno, en años.			
	20	50	100	300
$H_s$ , banda media	4,70	5,20	5,50	6,10
Desviación	0,70	0,80	0,90	1,00
Banda 90%	5,40	6,00	6,40	7,10

Tabla nº3 de Régimen extremal direccional Sureste - Sur (SE - S), periodo 1985 - 2002:

Altura de ola significativa $H_s$	Periodo de retorno, en años.			
	20	50	100	300
$H_s$ , banda media				
Desviación				
Banda 90%				

$H_s$ , banda media	3,10	3,30	3,40	3,50
Desviación	0,50	0,50	0,60	0,60
Banda 90%	3,60	3,80	4,00	4,10

Tabla nº4 de Régimen extremal direccional Sur - Suroeste (S-SW), periodo 1985 - 2002\*:

Altura de ola significativa $H_s$	Periodo de retorno, en años.			
	20	50	100	300
$H_s$ , banda media	2,80	3,00	3,10	3,20
Desviación	0,40	0,50	0,50	0,50
Banda 90%	3,20	3,50	3,60	3,70

\*Comienzo de tomas de datos en noviembre de 1985, y último año completo de registros procesados 2002.

El problema de la boya escalar de Málaga es que no aporta información concreta direccional sobre el oleaje, ya que solo es posible llegar a dividir el oleaje entre sectores de 45°, sin precisar la dirección concreta. Aun así, es suficiente para observar como los oleajes dominantes son los procedentes del sector E-SE, que coinciden con los que tienen un fetch mayor.

#### Boya Escalar en gran profundidad de Alborán, $H_s$ - $T_r$ .

Existe otra boya tipo escalar en gran profundidad (mar profundidad indefinida). La localización es la siguiente:



Figura 2. Emplazamiento de la boya de Alborán.

Se toman y analizan también de forma resumida los datos pertenecientes a profundidad indefinida de la boya situada en Alborán, con serie histórica tomada de Junio de 1997 a Diciembre de 2002, con los siguientes resultados:

Tabla nº5 de Régimen extremal global, periodo 1997 - 2002:

Altura de ola significativa $H_s$	Periodo de retorno, en años.			
	20	50	100	300
$H_s$ , banda media	4,69	5,10	5,50	6,01
Desviación	0,97	1,30	1,68	2,26
Banda 90%	5,66	6,40	7,18	8,27

Debido a las características de dicha boya, es imposible poder utilizar los datos para sacar conclusiones que reflejen y se puedan utilizar para determinar las características del clima marítimo, debido a que son datos escalares, pero no direccionales, y además la boya no aporta datos desde el años 2002.

#### Punto red SIMAR 2025077:

El conjunto de datos SIMAR-44 está formado por series temporales de parámetros atmosféricos y oceanográficos procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos simulados por ordenador y no proceden de medidas directas de la naturaleza. El conjunto SIMAR-44 se constituye a partir de modelado numérico de alta resolución de atmósfera, nivel del mar y oleaje que cubre todo el entorno litoral español. La simulación de atmósfera y nivel del mar en todo el dominio de trabajo, así como la simulación de oleaje en la cuenca mediterránea han sido realizadas por Puertos del Estado en el marco del Proyecto Europeo HIPOCAS.

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado en modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo.

El modelo WAM utilizado incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante dada la resolución del modelo, se puede considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas. Para obtener una serie corta, con las fechas, magnitudes y direcciones del oleaje, y rosas direccionales, se toma de los diversos puntos de la red SIMAR situados frente al municipio de Marbella, el más cercano y representativo a la zona de estudio, que además contenga una serie de años suficientemente representativa y ya estudiada en el registro de Puertos del Estado. Existen dos posibilidades de boyas para tener en cuenta, la numerada 2024077 y la 2025077. El punto SIMAR 2025077 recoge oleajes del sector S-SW (levante) directamente incidente sobre la zona de estudio (en general, los vientos de levante son reinantes y dominantes en este tramo de la Costa del Sol), lo cual no ocurre con el punto SIMAR 2024077, que sería más representativo de oleajes del sector SSW (poniente), que son menos representativos de la zona.

El emplazamiento de ambos puntos respecto a la zona de estudio es el siguiente, con coordenadas:

Longitud = 36,417°, Latitud = -4,917°.

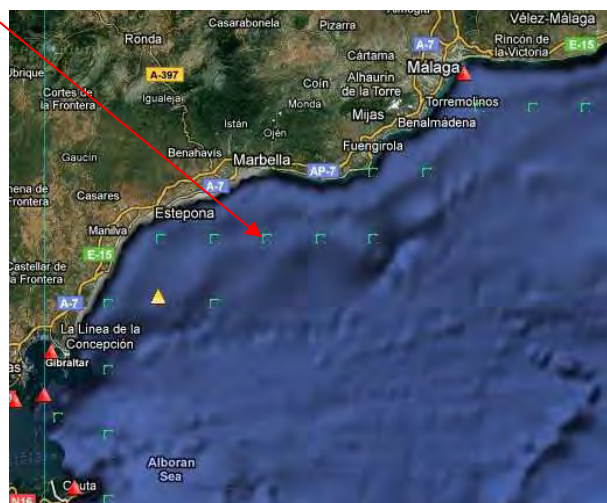
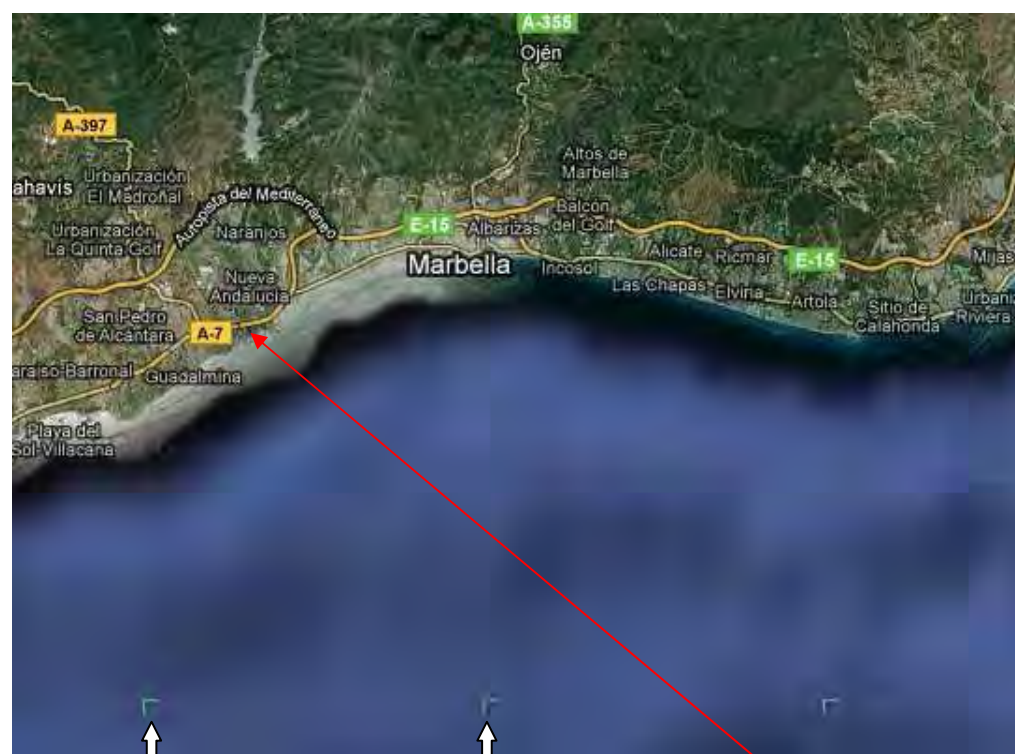


Figura 3. Emplazamiento punto SIMAR 2025077.



Punto SIMAR 2024077

Punto SIMAR 2025077

Emplazamiento zona de estudio.

Figura 4. Emplazamiento punto SIMAR 2024077 y punto SIMAR 2025077.

Los puntos SIMAR incluyen los anteriores puntos de la RED WANNA, pudiéndose obtener en la zona una serie de registros desde el año 1957 para las boyas de la red SIMAR. Las características más importantes de esta serie histórica se representan en las tablas y gráficas del apéndice. La más importante y significativa es la rosa de oleaje de dicho periodo que corrobora el carácter dominante y reinante de los oleajes procedentes del levante, y con valores máximos extremos en torno a los 5,00 metros, rara vez alcanzando los 6,00 metros:

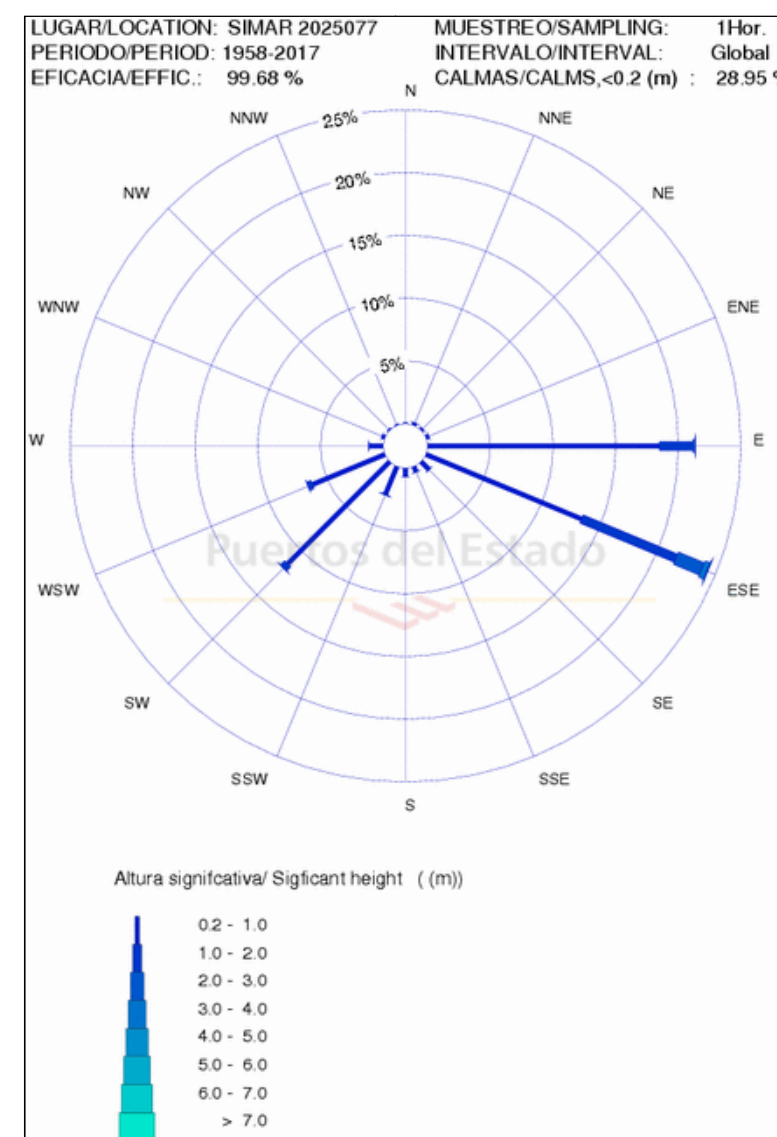


Figura 5. Rosa de oleajes punto SIMAR 2025077.

### Observaciones visuales desde barco:

Dentro de la serie de Recomendaciones Marítimas emitidas y consultables desde le web de Puertos del Estado, se incluye la ROM 03 - 91, la cual adjunta datos de clima marítimo. La zona de la Costa del Sol se encuadra en el área V, y en el cuadro A se puede consultar una rosa de oleaje desde observaciones visuales de barcos en ruta, según datos recogidos entre 1950 y 1985. Los sectores que inciden sobre la zona de estudio son los comprendidos entre el Este (E) y el Sur Suroeste (SSW):

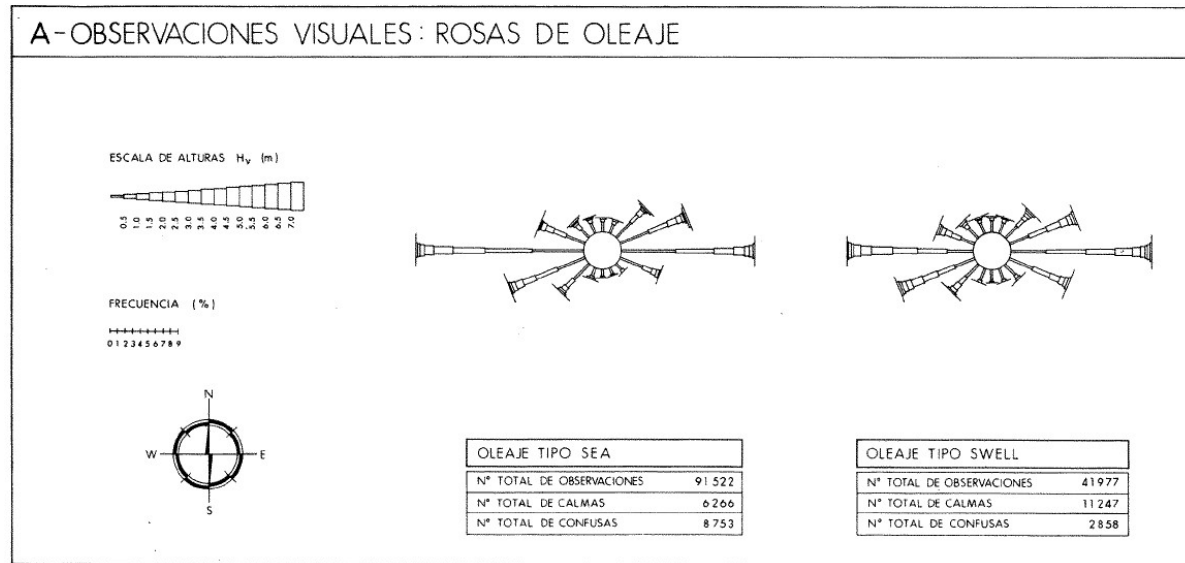


Figura 6. Cuadro A de Oleajes visuales, del Área V de la ROM 03-91.

Para cada sector direccional, las probabilidades de presencia son según este cuadro:

Dirección del sector.	Probabilidad de presencia en %.
E	17,50
ESE	6,25
SE	1,20
SSE	0,65
S	0,65
SSW	0,99

Los oleajes dominantes y reinantes son mayoritariamente del sector Este, con una abrumadora presencia de oleajes de levante (sector de Este a Sur) frente a los oleajes de poniente (sector Sur Suroeste) que incide sobre la franja costera de estudio.

De la misma naturaleza, se pueden consultar datos con una serie entre 1970 y 1994, contenidos en el módulo ODIN perteneciente al programa de aplicación de ingeniería de costas Sistema de Modelado Costero (en adelante SMS) desarrollado por la Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (GIOG) de la Universidad de Cantabria para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. Estos resultados son:

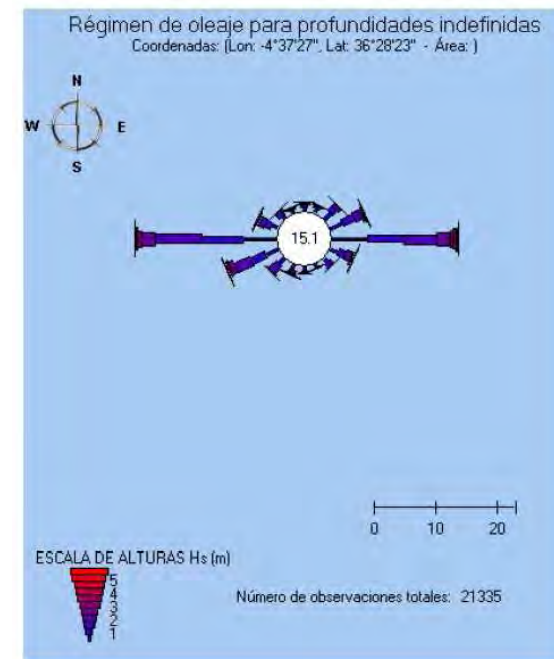


Figura 7. Rosa de oleajes de la aplicación ODIN en profundidad indefinida.

Profundidad indefinida.	
Dirección del sector.	Probabilidad de presencia en %.
E	21,10
ESE	4,00
SE	1,60
SSE	0,70
S	1,10
SSW	1,60

## Recopilación y valoración de los datos existente:

Se estima finalmente que con estas fuentes de datos es suficiente para poder aplicar la metodología definida en la ROM 0.3/91, Acciones Medioambientales I, Oleaje, Anejo 3.1, Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español, y poder determinar y representar correctamente la naturaleza del oleaje en profundidad indefinida.

Se podrían haber tenido en cuenta otras fuentes adicionales, como son la boya de Ceuta o del Cabo de Gata, pero al ser la boya de Málaga la más representativa tanto por cercanía como por semejanza de los sectores de oleaje que actúan sobre la zona de estudio, se decide no tenerlos en cuenta puesto que no van a ser boyas que aporten datos escalares o direcciones significativos.

## 4. REGIMEN MEDIO DEL OLAJE

Se denomina régimen medio del oleaje a la distribución estadística que define el porcentaje de tiempo que durante el año medio, la altura de ola (o periodo asociado) no excede de cada valor.

Por lo que respecta a la dirección del oleaje, hay que tener en cuenta que no todas las direcciones de la rosa pueden incidir en la zona de estudio. El abanico de las direcciones de los oleajes incidentes viene determinado por la configuración geométrica de la línea de costa y de la costa más cercana, o que incluso en la distancia, pudiera influir (cabos, salientes, puntas, cercanías de costas cercanas, como ocurre con el estrecho y África, etc.). En este caso, los oleajes incidentes son desde el sector Este hasta el Sur Suroeste, sin desarrollarse ninguno de estos sectores de borde totalmente.

De la boya de Málaga se pueden obtener regímenes de datos escalares reales, al ser una boya escalar, junto con datos direcciones.

### 4.1 Altura de Ola

#### Datos de la boya de Málaga:

El régimen medio anual de la altura de ola significativa de la boya de Málaga puede ser ajustado a una distribución de tres parámetros de Weibull, cuya expresión es:

$$F(H_s) = 1 - \exp[-((H_s-A)/B)^C]$$

Los parámetros del ajuste de la ecuación serían:

$$A = 0,58. \quad B = -0,22. \quad C = 1,13.$$

La gráfica de distribución de Weibull obtenida sería la siguiente:

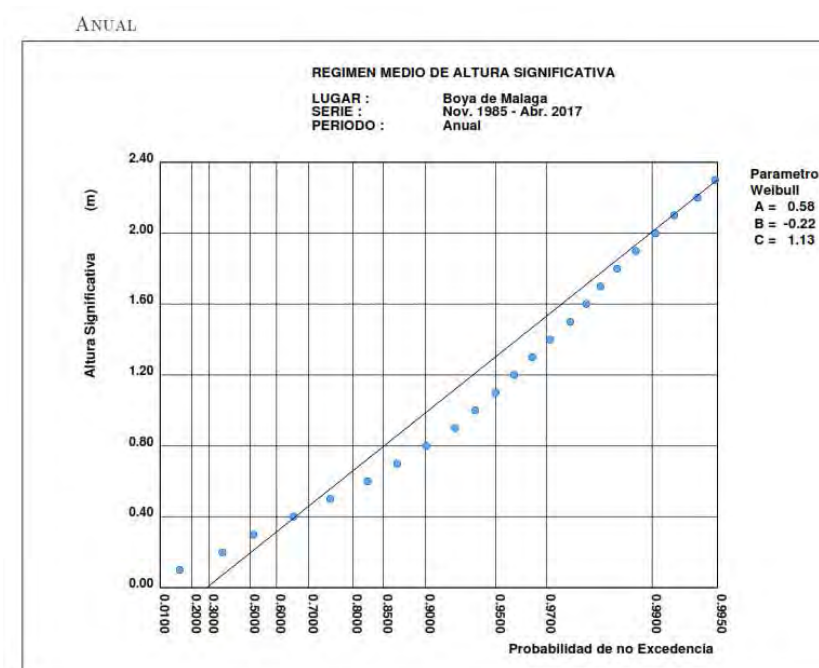


Figura 8. Función de distribución de Weibull de la boya escalar de Málaga.

## Datos Visuales:

Para determinar la altura de ola significativa a partir de los datos de oleaje visuales, se va a utilizar la aplicación ODIN del programa Sistema de Modelado Costero (SMC) desarrollado para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar por la Universidad de Cantabria, que aporta el régimen escalar de la unión de oleajes Sea y Swell conjunta (mar de viento y mar de fondo), mediante el método de Darbyshire, y tiene en cuenta la capacidad subjetiva del observador mediante una serie de funciones correctoras. Hay que señalar que los oleajes menores de 0,50 metros se toman como calmas, y que cada sector direccional abarca 22,50°. Además, para cada régimen direccional se señala de la probabilidad de esa dirección en concreto. Los sectores de oleaje no incidentes sobre la costa se tienen en cuenta para el número total de observaciones, pero no se estudian ni analizan su distribución, al no incidir sobre la zona de estudio.

De manera similar al caso anterior, se obtendrían probabilidades de no excedencia de cada altura, que habría que multiplicar por la probabilidad de presencia del sector del oleaje correspondiente. Se presenta para cada sector la correspondiente función de distribución de Weibull:

Parámetros de ajuste de Weibull para cada sector:

Este (E), S90°E:

$$A = 0,738.$$

$$B = 0,789.$$

$$C = 1,362.$$

Este Sureste (ESE), S67,50°E:

$$A = 0,813.$$

$$B = 0,534$$

$$C = 1,190.$$

Sureste (SE), S45°E:

$$A = 0,841.$$

$$B = 0,356.$$

$$C = 1,156.$$

Sur Sureste (SSE), S22,50°E:

$$A = 0,830.$$

$$B = 0,306.$$

$$C = 1,139.$$

Sur (S), S0°E:

$$A = 0,167.$$

$$B = 1,048.$$

$$C = 2,922.$$

Sur Suroeste (SSW), S22,50°W:

$$A = 0,855.$$

$$B = 0,287.$$

$$C = 1,104.$$

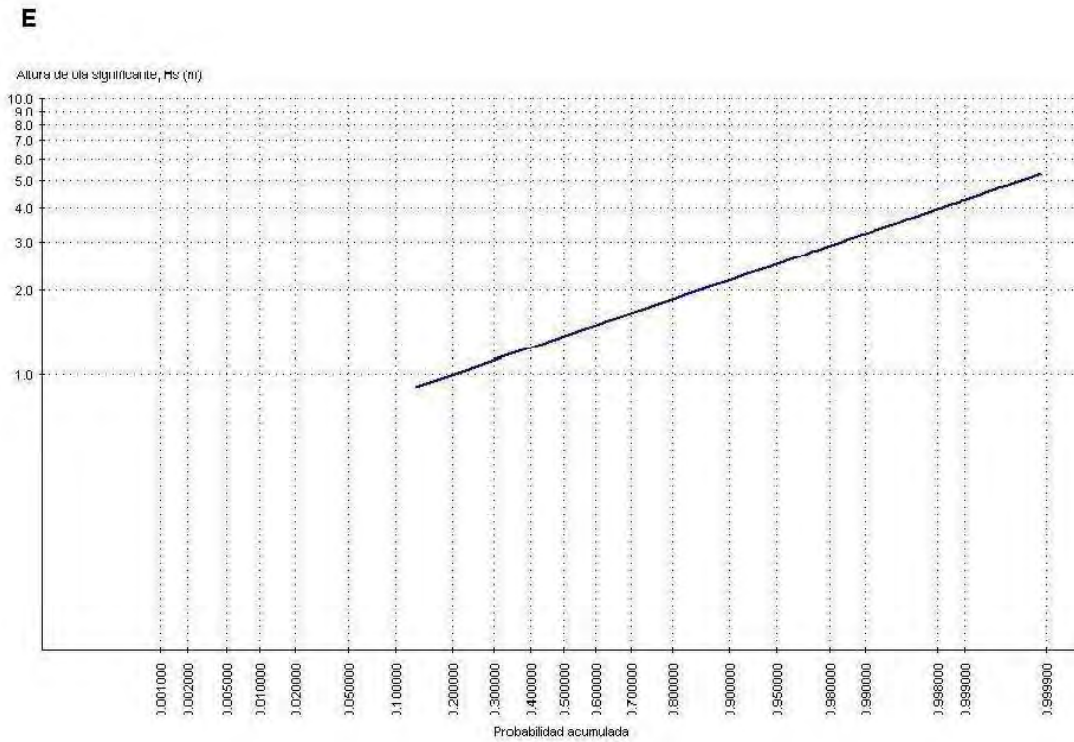


Figura 8. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección E, para datos visuales.

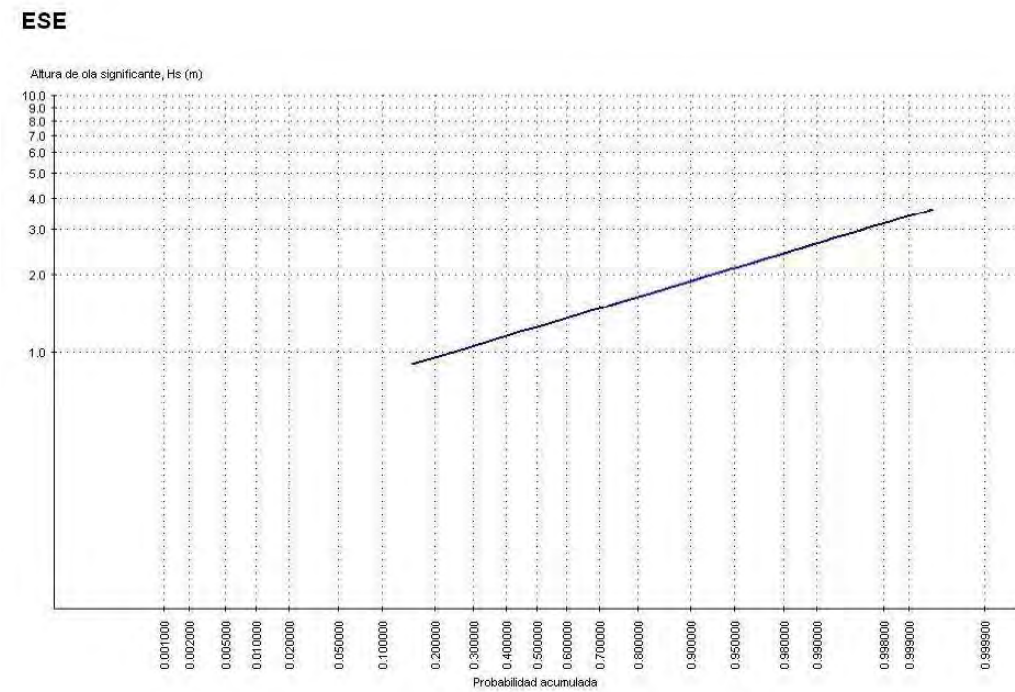


Figura 9. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección ESE, para datos visuales.

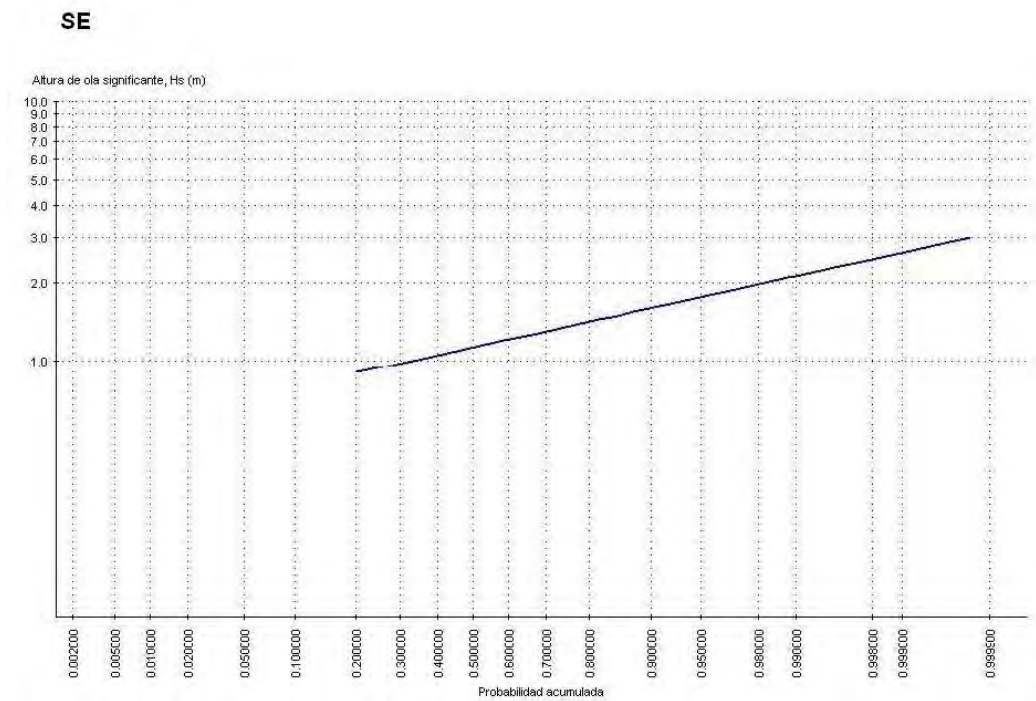


Figura 10. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección SE, para datos visuales.

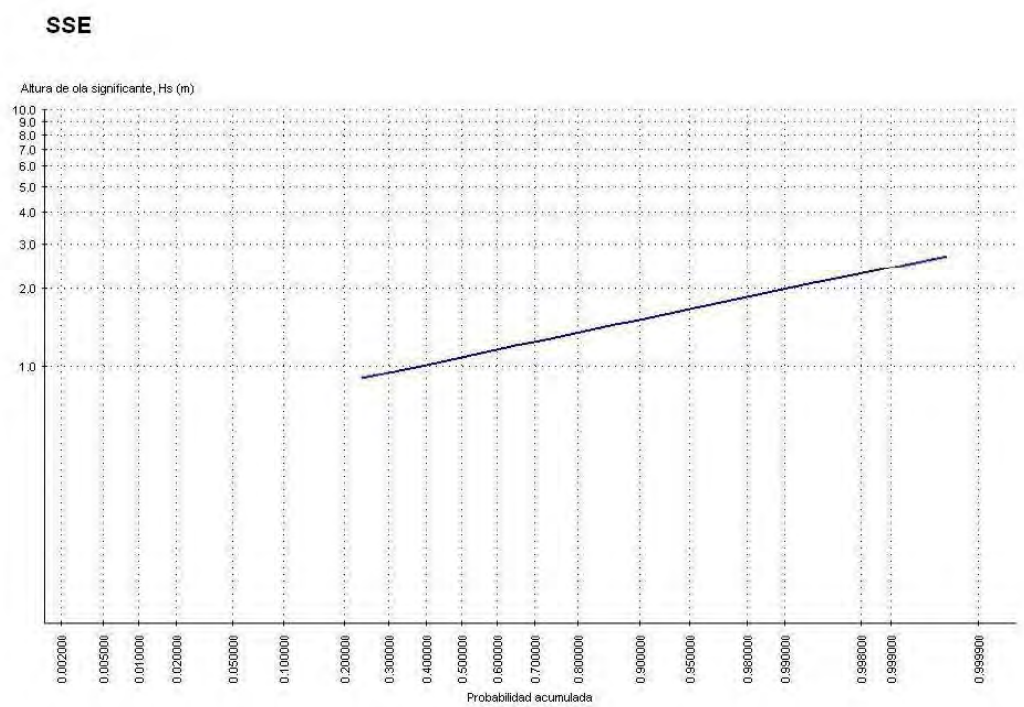


Figura 11. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección SSE, para datos visuales.

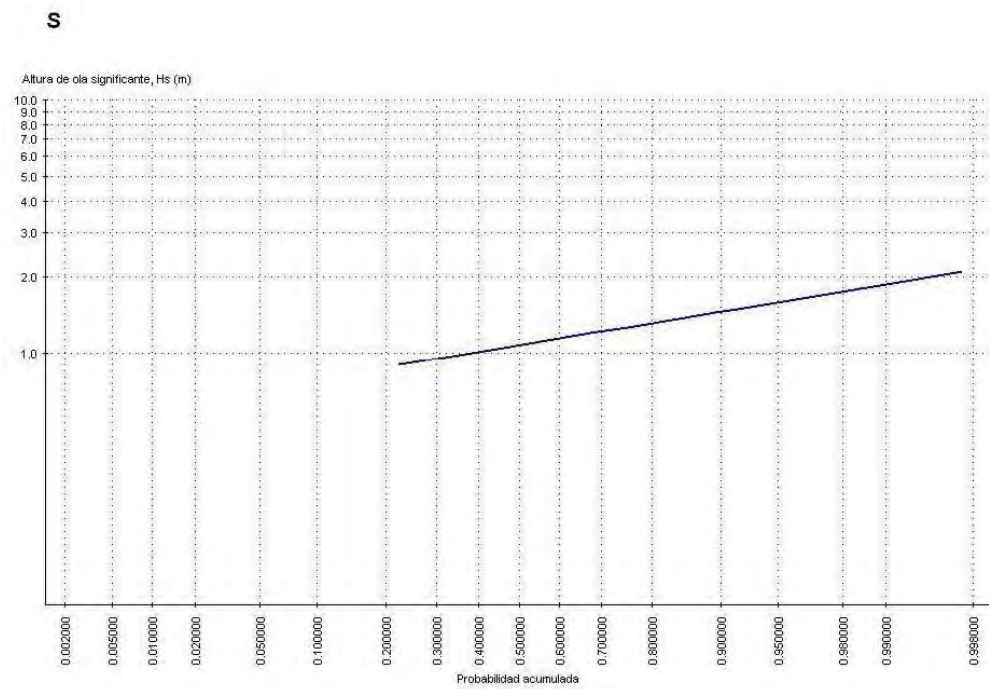


Figura 12. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección S, para datos visuales.

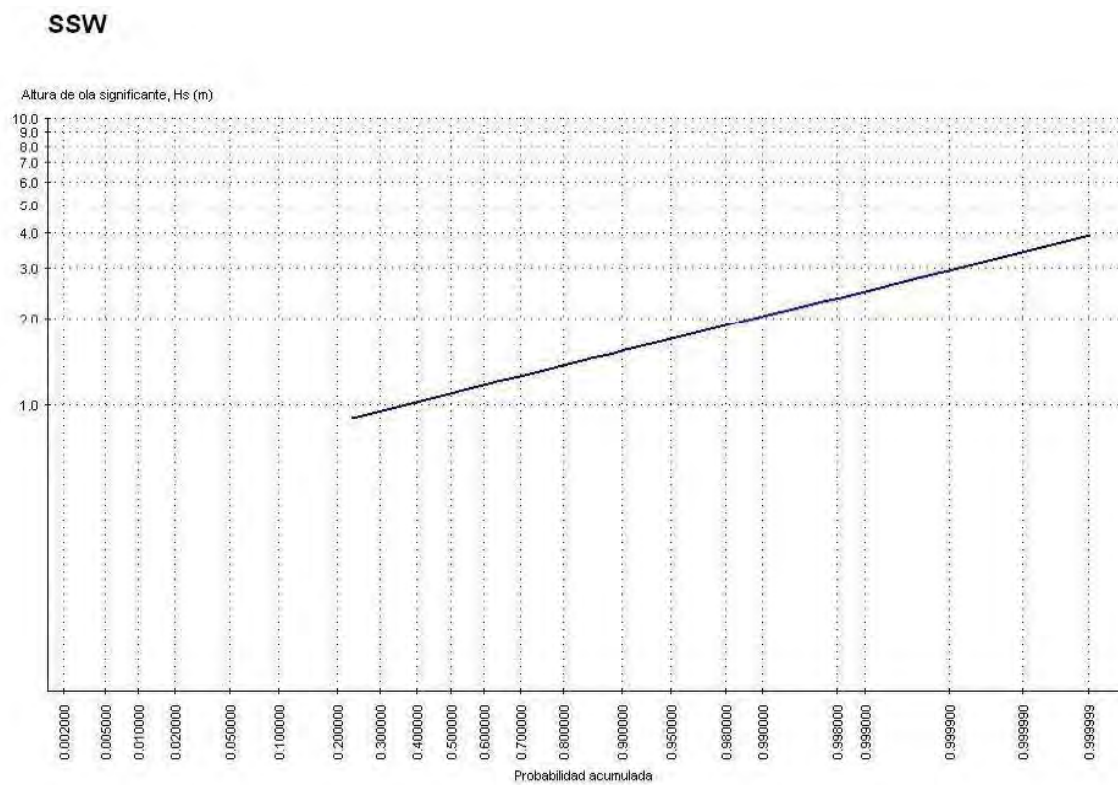


Figura 13. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección SSW, para datos visuales.

#### Datos RED SIMAR:

De manera similar a los datos obtenidos de la boya de Málaga, se presenta el régimen medio anual de la altura de ola significativa de la boya de Málaga puede ser ajustado a una distribución de tres parámetros de Weibull, cuya expresión es:

$$F(H_s) = 1 - \exp[-((H_s - A)/B)^C]$$

Los parámetros del ajuste de la ecuación serían:

A = 0,69.

B = -0,15.

C = 1,10.

La gráfica de distribución de Weibull obtenida sería la siguiente:

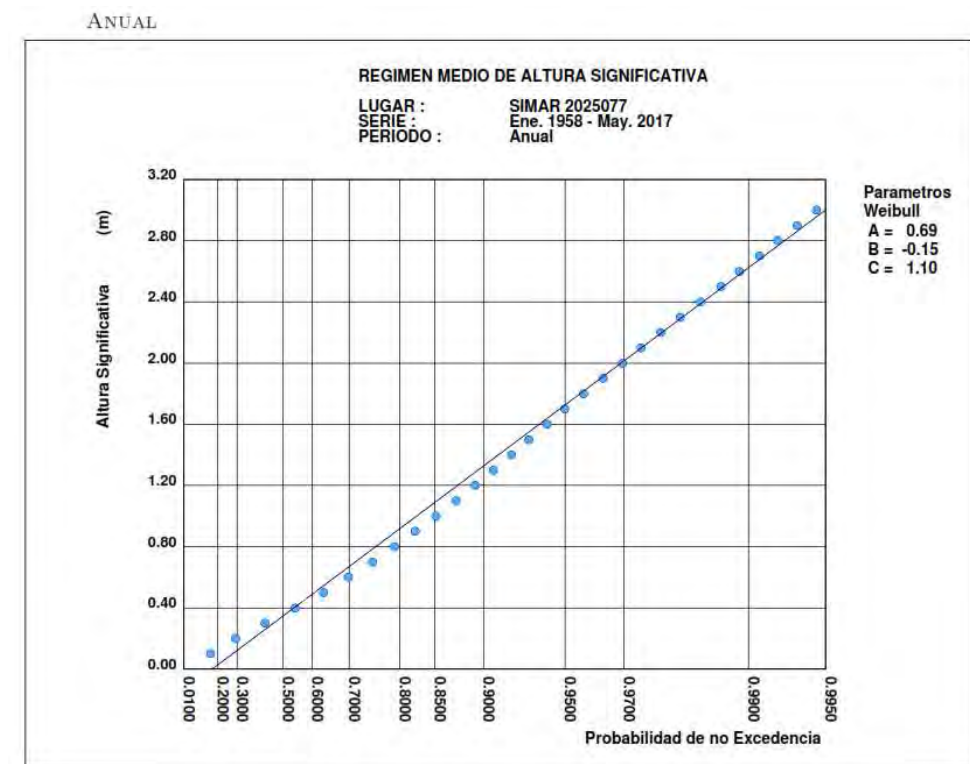
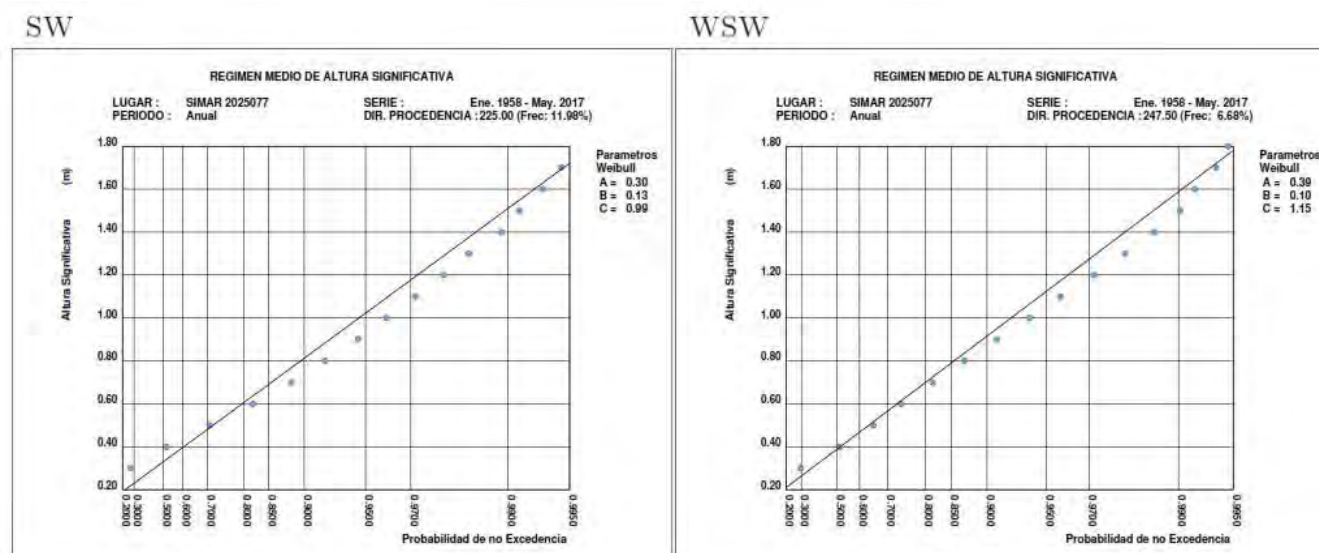
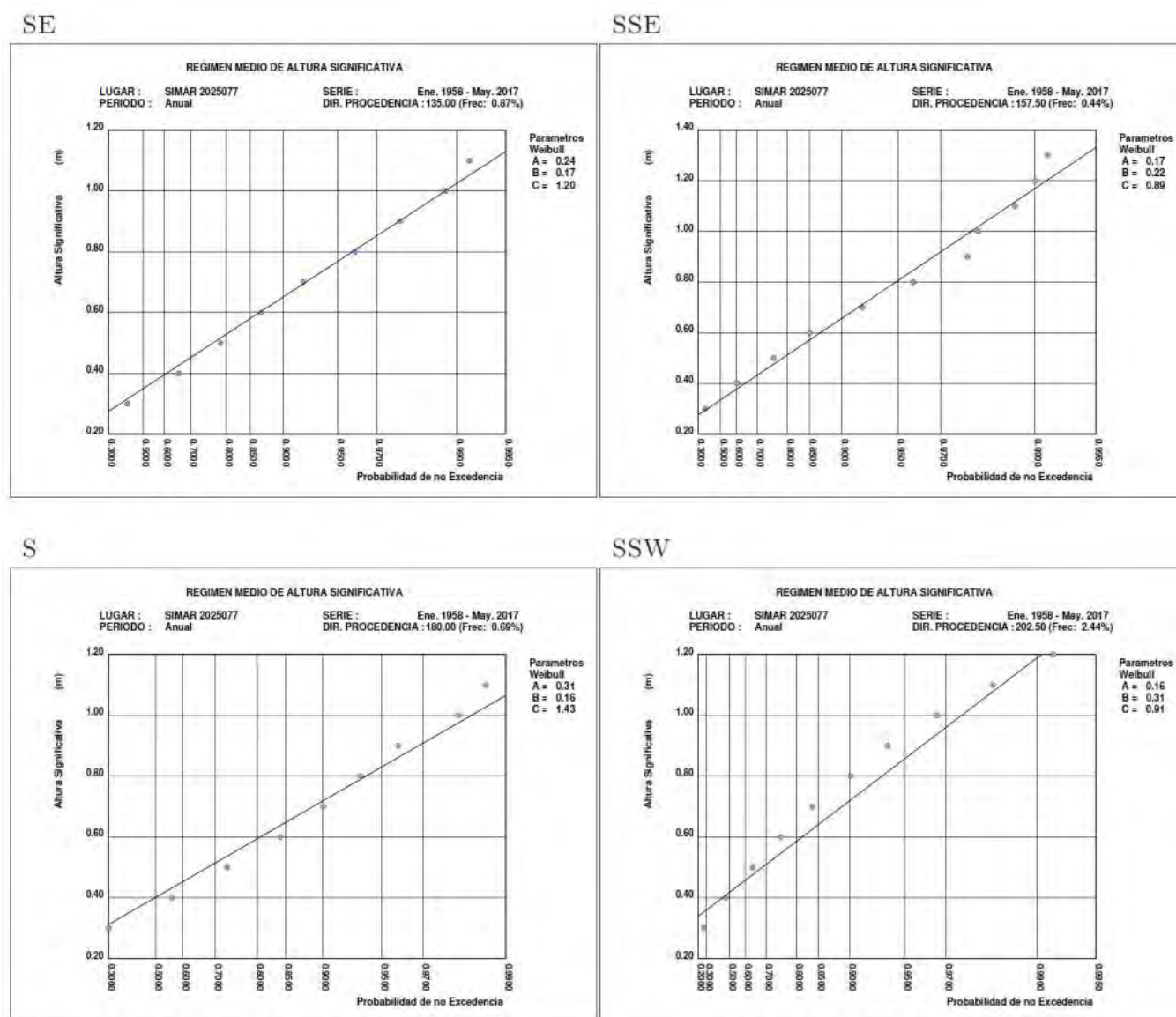


Figura 14. Función de distribución media de Weibull de  $H_s$ , dirección E, para datos WANA.

Respecto a los datos por sectores, se puede consultar también para el punto SIMAR, siendo:



Otras direcciones no se consideran por no ser incidentes o representativas.

#### Comparación Datos visuales y Datos SIMAR:

Si se compara para cada sector las distribuciones obtenidas en cada caso, se observa que las distribuciones de los datos SIMAR dan valores más elevados para las alturas, luego está del lado de la seguridad, y por ello recomendable su uso.

#### 4.2 Periodo del oleaje:

##### Datos de la boya de Málaga:

El régimen medio anual del periodo de pico de la boya de Málaga se ajusta a una distribución biparamétrica de Weibull, según la siguiente expresión:

$$F(T_p) = 1 - \exp[-((T_p - A)/B)^C], \text{ donde}$$

$$A = 0.$$

$$B = 5,578.$$

$$C = 4,143.$$

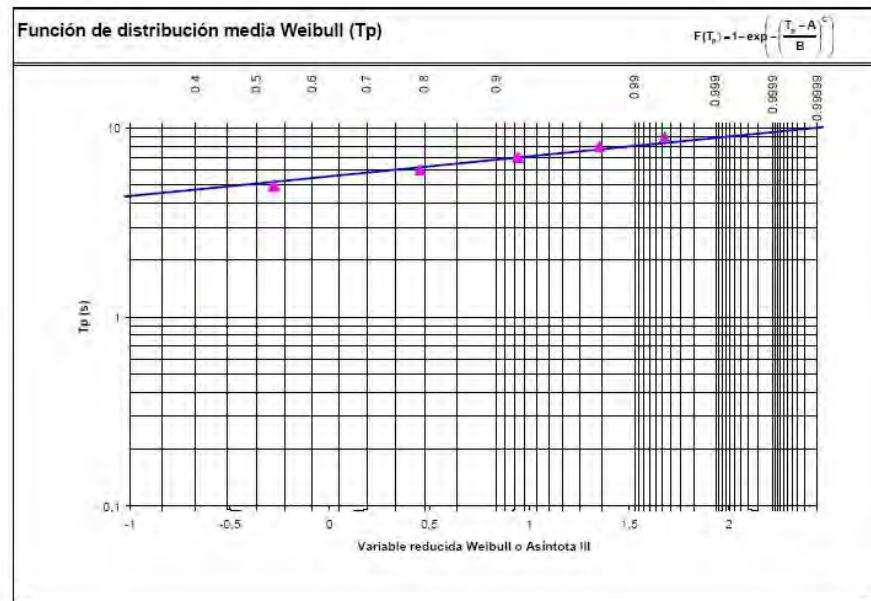


Figura 18. Función de distribución media de Weibull de  $T_p$ , boya de Málaga.

#### 4.3 Correlación Altura - Periodo:

Para obtener la función de correlación entre la altura de ola significativa ( $H_s$ ) y el periodo de pico ( $T_p$ ), hay que analizar todas las tablas de relación existentes de registros de ambos en la boya, y calcular el mejor ajuste posible, siendo en este caso un ajuste lineal el considerado como suficientemente representativo y válido:

$$T_p = b + a \cdot H_s = 5,190 + 1,036 H_s.$$

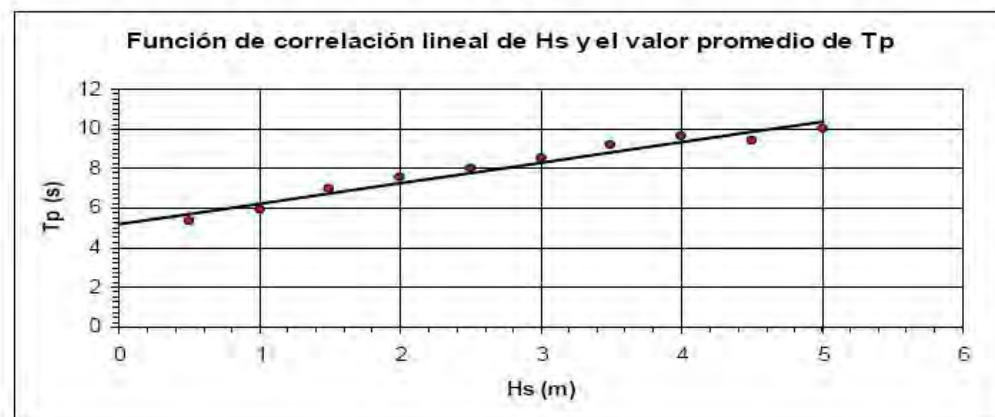


Figura 19. Función de correlación lineal entre  $H_s$  y  $T_p$ , boya de Málaga.

#### 5. REGIMEN EXTREMAL DEL OLEAJE

Para el diseño de estructuras marítimas se utilizan los regímenes extremos del oleaje, que implica una probabilidad muy pequeña de que cada altura sea superada. La red SIMAR no aporta regímenes extremos, por lo que es necesario recurrir a los datos de la boya de Málaga, que si los da (ver apéndice).

Para la obtención de las funciones de distribución escalares y direccionales se han utilizado los resultados de la boya de Málaga, que es la más cercana a la zona de estudio que permite estudiar las características extremas del oleaje. Dicha boya no está situada en una zona de mar indefinido, por lo que los resultados obtenidos deberán ser convenientemente transportados a sus equivalentes en mar indefinido, para a partir de ahí poder calcular los planos de propagación de oleaje respectivos.

##### Propagación inversa. Definición del oleaje del clima marítimo en profundidad indefinida:

Continuando con el mismo esquema conceptual definido anteriormente y con la metodología de la ROM 0.3/91, es preciso retropropagar desde profundidades de boya a zonas de profundidades indefinidas, para determinar finalmente el clima marítimo en dichas aguas de mar profundo. Para ello, se aplica la expresión:

$$H_0 = H_{sb}(K_d/K_{R0}), \text{ en donde}$$

$H_0$  = Altura de ola significantes en aguas indefinidas.

$H_{sb}$  = Altura de ola significativa en boya.

$K_d$  = Coeficiente direccional.

$K_{R0}$  = Coeficiente de propagación inversa refracción - shoaling.

Los coeficientes direccionales se obtienen para cada sector según los valores asignados para la boya de Málaga correspondiente al área V de la ROM 03/91.:

E → Coeficiente direccional = 1,00.  
ESE → Coeficiente direccional = 0,80.  
SE → Coeficiente direccional = 0,70.  
SSE → Coeficiente direccional = 0,65.  
S → Coeficiente direccional = 0,70.  
SSW → Coeficiente direccional = 0,80.

Los coeficientes de propagación inversa están definidos en la tabla 2.7.1. de la ROM 03/91, siendo además posteriormente verificados por el CEDEX - CEPYC en la ROM 03/98:

TABLA 2.7.1. COEFICIENTES DE REFRACCIÓN-SHOALING (K <sub>s</sub> ) CORRESPONDIENTES A PROPAGACIONES DE OLAJES DESDE AGUAS PROFUNDAS HASTA EL EMPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS DE MEDIDA ANALIZADOS									
ÁREA	PUNTO DE MEDIDA	DIR <sup>TM</sup>	7	9	11	13	15	17	19
I	BILBAO EXTERIOR	NW	—	0,98	0,93	0,88	0,80	0,80	0,90
		NNW	—	0,98	0,94	0,93	0,93	0,92	0,90
		N	—	0,98	0,94	0,91	0,88	0,85	0,80
		NNE	—	0,98	0,96	0,95	0,95	0,93	0,90
		NE	—	0,98	0,94	0,94	0,94	0,91	0,83
	GUÓN	NW	—	0,86	0,82	0,80	0,76	0,84	0,82
		NNW	—	0,85	0,82	0,84	0,85	0,88	0,88
		N	—	0,83	0,86	1,02	0,99	0,91	0,84
		NNE	—	0,89	0,88	0,87	0,88	1,01	1,02
		NE	—	0,89	0,90	0,90	0,95	0,85	0,99
II	CORUÑA	W	—	0,97	0,90	0,89	0,71	0,81	0,82
		WNW	—	0,98	0,94	0,92	0,89	0,89	0,94
		NW	—	0,98	0,94	0,92	0,88	0,85	0,80
		NNW	—	0,97	0,92	0,85	0,82	0,81	0,76
		N	—	0,97	0,90	0,74	0,62	0,58	0,61
		NNE	—	0,98	0,96	0,88	0,79	0,54	0,54
III	CABO SILLEIRO	NNW	—	1,00	0,97	0,92	0,88	0,89	0,85
		NW	—	1,00	0,97	0,94	0,91	0,89	0,88
		WNW	—	1,00	0,97	0,94	0,92	0,91	0,93
		W	—	1,00	0,97	0,94	0,91	0,91	0,93
		WSW	—	1,00	0,98	0,97	1,00	1,10	0,83
	SEVILLA	SW	—	1,00	0,97	0,95	0,89	0,95	0,79
		SSW	—	1,00	0,97	0,93	0,85	0,82	0,80
		W	—	—	0,95	0,97	0,74	0,43	0,47
		WSW	—	—	0,97	0,88	0,72	1,11	1,24
		SW	—	—	1,10	1,26	1,97	1,52	1,02
		SSW	0,90	0,98	1,16	—	—	—	—
		S	0,91	0,91	0,91	—	—	—	—
IV	CADIZ	WNW	—	—	—	0,87	0,93	0,93	0,88
		W	—	—	—	0,81	0,77	0,98	1,08
		WSW	—	—	—	0,99	1,05	1,10	1,19
		SW	—	—	—	0,92	0,92	0,95	0,93
		SSW	0,96	0,92	0,92	—	—	—	—
	CEUTA	S	0,99	0,86	0,84	—	—	—	—
		NW	0,94	0,91	0,82	0,72	0,66	—	—
		NNW	0,95	0,90	0,83	0,76	0,75	—	—
		N	0,95	0,92	0,93	0,94	0,97	—	—
		NNE	0,96	0,97	0,98	1,05	1,13	1,15	—
		NE	0,94	0,90	0,92	1,08	1,33	1,15	—
		ENE	—	—	0,79	0,87	0,88	0,93	—
MALAGA	E	0,93	0,91	0,91	0,93	0,93	—	—	
	ESE	0,95	0,95	0,95	0,90	0,84	—	—	
	SE	0,94	0,90	0,89	—	—	—	—	
	SSE	0,93	0,87	0,87	—	—	—	—	
	S	0,93	0,85	0,82	—	—	—	—	
	SSW	0,93	0,70	0,67	—	—	—	—	

Figura 20. Coeficientes de refracción-shoaling, de la ROM 03/98..

Finalmente, según los datos anteriores, los resultados de las alturas de oleaje y periodos asociados retropropagados a profundidad indefinida sobre la estimación de la banda de confianza del 90%, con recurrencia de 100 años, sería la siguiente:

Dirección	Coeficiente direccional	Coeficiente de refracción	H <sub>s,0</sub> (m)
E	1,00	0,92 (T <sub>m</sub> = 11 sg)	6,15
ESE	0,80	0,95 (T <sub>m</sub> = 9 - 11 sg)	4,65
SE	0,70	0,90 (T <sub>m</sub> = 9 sg)	4,29
SSE	0,65	0,87 (T <sub>m</sub> = 9 sg)	4,12
S	0,70	0,85 (T <sub>m</sub> = 9 sg)	4,55
SSW	0,80	0,93 (T <sub>m</sub> = 7 sg)	4,75

De estos oleajes extremales obtenidos, se consideran necesarios a desarrollar los procedentes de los sectores Este, Sureste, Sur y Sur Suroeste.

## 6. CONCLUSIONES DEL CLIMA MARÍTIMO EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS:

Como conclusiones se pueden obtener:

- Se dan por válidos los resultados obtenidos en la última tabla, por lo que serán estos los utilizados para cualquier simulación en un modelo numérico.
- Los oleajes más fuertes del Este apenas se van a ver condicionados al desarrollarlos en profundidades reducidas por la acción de la refracción y la oblicuidad con la costa (con una alineación casi perpendicular a la dirección del flujo medio de energía), por ello son los que llegan con mayor altura, relacionado con ser los que tiene mayor Fetch al estar totalmente abiertos al Mediterráneo.

- Si bien los oleajes de poniente, SSW, y SW en aguas indefinidas, no son los más importantes en cuanto a presencia e intensidad, si pueden aparecer con una altura considerable, y deben ser tenidos en cuenta, puesto que en periodos de incidencia muy prolongados de vientos predominantemente de poniente, puede variar sustancialmente las condiciones de equilibrio y estabilidad de la línea de orilla, y alterar por tanto las condiciones existentes, pudiendo provocar daños sobre estructuras o infraestructuras.
- Los oleajes directamente procedentes del Sur vienen muy marcados o determinados por un Fetch muy corto, que impide que se desarrollen totalmente, luego son los sectores más débiles (SSE y S).
- Los oleajes de diseño para las obras que se proyecten son en profundidades indefinidas los representados en la tabla final del régimen extremal.

## 7. RÉGIMEN DE MAREAS:

El objeto de este apartado es el análisis de las variaciones del nivel del mar en la zona costera donde va a localizarse la playa objeto de este proyecto. Para ello se van a estudiar tanto las mareas astronómicas (causadas por la influencia de la Luna, el Sol y residualmente otros planetas) como las llamadas mareas meteorológicas, es decir, fluctuaciones del nivel medio del mar debidas a variaciones en la presión barométrica, y que pueden ocurrir de forma solapada por estar generadas por fenómenos físicos diferentes.

Como resultado del estudio se obtienen los diferentes niveles de marea producidos por ambos tipos de perturbación. Dichos valores servirán de base para el dimensionamiento de la cota de coronación de los muelles y para el cálculo de los rebases, permitirán determinar los calados mínimos en las condiciones más extremas.

### 7.1 Mareas astronómicas

Dado que el punto con registros de marea más cercano a la zona de estudio es el mareógrafo de Málaga se escogen como valores representativos los registros de marea descritos en el boletín del mencionado mareógrafo.

Pese a que los parámetros medios de la marea astronómica se mantienen prácticamente constantes, se ha podido apreciar que la marea sí varía a lo largo de los años, por lo que resulta conveniente conocer el máximo que este valor puede alcanzar.

Dado que el ciclo lunar es de 19 años, para conseguir un correcto conocimiento de la variabilidad de los valores máximos de la marea se deberían analizar la serie de marea durante un período mínimo de esos años.

Con este propósito se han analizado los datos de las principales constantes armónicas en el puerto de Málaga suministrados por el departamento de Clima Marítimo de Puertos del Estado, procedentes del análisis del período Julio de 1992 a Diciembre de 1996:

Constituyente	Amplitud (m)	Fase (°)
O1	0,019	123,65
P1	0,012	118,62
K1	0,038	146,5
M2	0,192	50,37
S2	0,073	76,65
K2	0,020	72,42
N2	0,039	33,63

Estos valores, analizados en su conjunto, definen el nivel máximo y mínimo que puede presentar el mar en esta zona costera como consecuencia exclusiva de la marea astronómica. Sumando las amplitudes de estas siete componentes se obtiene un valor de 0,393 m, lo que constituye una buena estimación para el nivel medio del mar, y que conduce a una cota para la carrera de marea dada por el doble de este valor igual a 0,786 m. Un valor más preciso se puede obtener diferenciando las componentes diurnas y semidiurnas. Es así como sumando sólo las amplitudes asociadas a las componentes semidiurnas se llega a obtener un valor de 0,324 m, lo que conduce a un valor para la carrera de marea igual a 0,648 m. Las mareas vivas coinciden aproximadamente con el momento en que las componentes M2 y la S2 se encuentran en fase (las amplitudes de las componentes M2 y S2 se suman). El valor de carrera que se obtiene en este caso es 0,530 m. En contraposición, con las mareas muertas se da la situación opuesta (las amplitudes de las componentes M2 y S2 se restan). El valor que se obtiene en este caso es de 0,078 m. Considerando que el promedio puede ser parecido a la semisuma de una marea viva y una muerta el resultado es la amplitud de la componente M2, obteniéndose un valor de 1,12 m y una carrera de marea media de 0,304 m. La síntesis de los resultados obtenidos a partir de ambas fuentes de información permiten caracterizar la marea astronómica en la zona por los siguientes niveles (todos ellos referidos al cero hidrográfico, C.H.):

Pleamar máxima viva equinoccial (PMVE)	+ 0.79
Pleamar media viva	+ 0.66
Pleamar media	+ 0.43
Nivel medio del mar	+ 0.39
Bajamar media	+ 0.37
Bajamar media viva	+ 0.13
Bajamar mínima viva equinoccial (BMVE)	+ 0.00

El cero hidrográfico está situado 0,60 m por debajo del cero de Alicante, por lo que se puede caracterizar la marea astronómica en la zona por los siguientes niveles referidos al cero de Alicante (C.A.):

Pleamar máxima viva equinoccial (PMVE)	+ 0.19
Pleamar media viva	+ 0.06
Pleamar media	-0.17
Nivel medio del mar	-0.21
Bajamar media	-0.23
Bajamar media viva	-0.47
Bajamar mínima viva equinoccial (BMVE)	-0.60

## 7.2 Mareas meteorológicas

Uno de los factores que puede provocar importantes cambios en el nivel del mar son las variaciones barométricas. En efecto, una disminución de la presión atmosférica sobre la superficie del mar induce un ascenso del nivel de éste mientras que un aumento de dicha presión se traduce en un descenso del nivel del mar. Este fenómeno se conoce como marea meteorológica o *storm-surge*. Otro fenómeno meteorológico que puede provocar ascensos del nivel del mar es el viento (*wind set up*).

Según la tabla 3.4.2.1.1. de las Recomendaciones para Obras Marítimas ROM 0.2-90 los niveles característico máximo y mínimo de las aguas libres exteriores en las zonas costeras correspondientes a condiciones extremas se obtienen sumando y restando respectivamente a la PMVE y BMVE una cantidad de 0,50 metros correspondientes a la marea meteorológica. De este modo los niveles máximos y mínimos absolutos del nivel del mar  $N_{\text{máx}}$  y  $N_{\text{mín}}$  se obtienen sumando y restando

respectivamente a la PMVE y BMVE astronómicas los valores extremos de ascenso y descenso del nivel del mar producidos por causas meteorológicas y serán:

$N_{\text{máx}} = 1,29 \text{ m (C.H.)}$

$N_{\text{min}} = -0,50 \text{ m (C.H.)}$

$N_{\text{máx}} = 0,69 \text{ m (C.A.)}$

$N_{\text{min}} = -1,10 \text{ m (C.A.)}$

APENDICE 1: CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE MEDIO DE LA BOYA DE MÁLAGA:



## CLIMA MEDIO DE OLEAJE

### BOYA DE MÁLAGA

#### CONJUNTO DE DATOS: RED COSTERA

CODIGO R.D. 1514  
LONGITUD -4,415 E  
LATITUD 36,692 N  
PROFUNDIDAD 15,000 m

#### BANCO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS

#### DE PUERTOS DEL ESTADO

#### ÁREA DE MEDIO FÍSICO

www.puertos.es

INDICE	2
Índice	
1. Metodología	3
1.1. Régimen Medio	3
1.2. Análisis de Duraciones de Excedencia	5
1.3. Caracterización Estadística Complementaria	7
2. Conjunto de datos Red Costera de Boyas	8
3. Boya de Málaga	9
3.1. TABLAS Hs-TP ANUAL	10
3.2. TABLAS Hs-TP ESTACIONAL	11
3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL	15
3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL	16
3.5. TABLAS Hs - DIR. ANUAL	20
3.6. TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL	21
3.7. REGIMEN MEDIO DE Hs ANUAL	25
3.8. REGIMEN MEDIO DE Hs ESTACIONAL	26
3.9. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ANUAL	28
3.10. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.	30
3.11. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.	32
3.12. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO.	33
3.13. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.	34

ÍNDICE	3
3.14. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE Hs ANUAL	35
3.15. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ANUAL	36
3.16. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL	37
3.17. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ANUAL	41
3.18. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ESTACIONAL	42
3.19. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ANUAL	46
3.20. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ESTACIONAL	47
3.21. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE Hs ANUAL	51
3.22. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.5 (M) ANUAL	52
3.23. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.0 (M) ANUAL	53
3.24. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 0.5 (M) ANUAL	54

7. METODOLOGÍA	4
----------------	---

## 1. Metodología

### 1.1. Régimen Medio

Se puede definir como régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar.

Si representáramos los datos en forma de histograma no acumulado, el régimen medio vendría definido por aquella banda de datos en la que se contiene la masa de probabilidad que hay entorno al máximo del histograma.

El régimen medio se describe, habitualmente, mediante una distribución teórica que ajusta dicha zona media o central del histograma. Es decir, no todos los datos participan en el proceso de estimación de los parámetros de la distribución teórica, sólo lo hacen aquellos datos cuyos valores de presentación caen en la zona media del histograma.

La distribución elegida para describir el régimen medio de las series de oleaje es *Weibull* cuya expresión es la siguiente:

$$F_s(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x-B}{A}\right)^C\right)$$

El parámetro B es conocido como parámetro de centrado y su valor ha de ser menor que el menor de los valores justados. A es el parámetro de escala y ha de ser mayor que 0, y finalmente, C es el parámetro de forma y suele moverse entre 0.5 y 3.5.

El régimen medio, generalmente, suele representarse de una forma gráfica mediante un histograma acumulado y el correspondiente ajuste teórico, todo ello en una escala especial en la cual *Weibull* aparece representada como una recta.

Ajustar los datos a una distribución teórica, en vez de utilizar el histograma permite obtener una expresión compacta que suaviza e interpola la información proporcionada por el histograma.

El régimen medio está directamente relacionado con lo que se denominan condiciones medias de operatividad. Es decir, caracteriza el comportamiento probabilístico del régimen de oleaje en el que por término medio se va a desenvolver una determinada actividad influida por uno de estos agentes.

En este informe se presenta el régimen medio siguiendo diferentes criterios de selección o agrupación de los datos. En primer lugar, se presenta el régimen

## 1 METODOLOGÍA

5

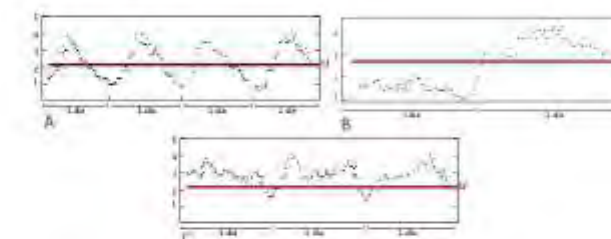
medio sobre la totalidad de los años completos registrados, seguidamente se presentan los regímenes medios estimados sobre los datos agrupados por estaciones climáticas, y, finalmente, y de modo opcional, los regímenes medios para los datos agrupados por direcciones.

## 1 METODOLOGÍA

6

### 1.2. Análisis de Duraciones de Excedencia.

Los gráficos A y B muestran dos hipotéticas series de altura significativa o viento en las cuales la probabilidad de que se supere el umbral  $U$  es, en ambos casos, 0.5. Si  $U$  fuera el umbral a partir del cual cierta actividad tuviera que cesar, (p.e), la actividad de un sistema de dragado, se tendría que, en ambos casos, el rendimiento teórico de dicha actividad sería del 50 %. No obstante, el modo en que se agruparían en cada caso los tiempos de trabajo y de interrupción serían muy diferentes. Así, mientras que en el primer caso no se tendrían paradas de más de 1/2 día, en el segundo se tendría un cese total de actividad de 1 día de duración.



La diferencia entre ambas series viene marcada por la diferente persistencia con la que el oleaje/viento se mantiene por encima o por debajo de un cierto umbral de intensidad. Dicho de otro modo, por el diferente comportamiento de la duración de las *excedencias* de los estados de mar/viento, donde se entiende por *excedencia* el período de tiempo que la altura del oleaje/intensidad de viento se mantiene por encima de un cierto valor de corte.

En la figura C se representa una hipotética serie de  $H_s$ /viento, la cual, según la anterior definición muestra 3 excedencias sobre  $U$  de aproximadamente un día de duración cada una. No obstante, los periodos de tiempo que median entre las diferentes excedencias, y en los cuales la velocidad cae por debajo de  $U$  son muy cortos, del orden de 1 hora. Por tanto, si se está estudiando el máximo tiempo que una draga permanecerá inactiva por efecto del oleaje, se tiene que, a efectos prácticos, realmente existe una excedencia de 3 días de duración.

De lo dicho se concluye, que en el proceso de recuento de excedencias es conveniente considerar que reducciones repentinas de la intensidad del oleaje/viento, cuya duración es inferior a horas, no suponen, a efectos prácticos, un cese real del estado de mar/viento; esto es, no suponen el fin de la excedencia cuya duración se está estudiando.

Una vez que se ha definido un cierto nivel de corte, y se han localizado todas las excedencias por encima de dicho nivel, lo siguiente es ordenar las

## 1 METODOLOGÍA

7

excedencias en función de su duración. Una vez que se ha hecho esto se pueden contestar las siguientes preguntas:

¿ Cuáles son las duraciones medias, y máximas de las excedencias observadas por encima o debajo de un umbral ?

¿ Cual es el promedio anual o estacional de rachas cuya duración supera un cierto número de días ?

¿ Cuál es el porcentaje de tiempo, sobre el tiempo total observado, ocupado por rachas de oleaje/viento cuya duración supera un cierto número de días ?

La primera pregunta puede responderse mediante los gráficos titulados *Duración Media y Máxima de Excedencia* presentes en este informe. Éstas muestran la evolución de dichas magnitudes para distintos niveles de corte.

Las otras dos preguntas pueden responderse mediante las gráficas mostradas en el apartado que lleva por título *Permanencias*. La gráfica superior, denominada *Número Medio de Superaciones*, presenta en el eje de abscisas el número de días y en ordenadas el promedio de veces que las excedencias han tenido una duración mayor o igual a dicho periodo de tiempo. El gráfico inferior, titulado *Porcentaje de Superaciones*, intenta responder a la tercera pregunta. En este gráfico el eje de ordenadas muestra el porcentaje total de tiempo ocupado por excedencias que han superado un cierto número de días. Los resultados se muestran para diferentes umbrales, sobre la totalidad de los años registrados.

## 1 METODOLOGÍA

8

### 1.3. Caracterización Estadística Complementaria.

La caracterización estadística del oleaje/viento, a medio plazo, ofrecida en el presente informe se completa con una descripción estadística de la serie de alturas, periodos y direcciones (cuando existen datos direccionales) del oleaje: o, si corresponde, de la serie de intensidad de viento y su dirección.

Para el oleaje se incluyen tres tipos de estadísticas: distribuciones conjuntas de altura y periodo, y cuando tenemos datos direccionales, rosas de oleaje y distribuciones conjuntas de altura y dirección de oleaje.

Las distribuciones conjuntas muestran histogramas y tablas de contingencia para los parámetros estudiados. Las tablas de contingencia permiten cruzar la información de forma sectorial.

En las rosas de oleaje se representan la altura y dirección del oleaje asociados a su probabilidad de ocurrencia. El presente informe incluye rosas tanto para la serie total como para cada una de las estaciones.

De forma análoga, para los estudios de viento se muestran distribuciones conjuntas y rosas que cruzan la información de la intensidad y la dirección del viento.

## 2 CONJUNTO DE DATOS RED COSTERA DE BOYAS 9

### 2. Conjunto de datos Red Costera de Boyas

El conjunto de datos Red Costera está formado por las medidas procedentes de la Red de Boyas Costeras de Puertos del Estado. Esta red amplía y actualiza la antigua red de boyas escalares REMRO.

Las boyas de esta red se caracterizan por estar ubicadas en las proximidades de instalaciones portuarias, estando fondeadas, en general, a menos de 100 m de profundidad. Por ello, en la mayoría de los casos, las medidas de oleaje están perturbadas tanto por el perfil de la costa, como por efectos de refracción y asometamiento inducidos por el fondo marino.

Por lo indicado más arriba, las boyas de la Red Costera son representativas, sólo, de condiciones locales. Por este motivo es necesario utilizar con prudencia dichos datos a la hora de extraer conclusiones sobre el oleaje en zonas alejadas del área de medida.

Esta red está compuesta por boyas escalares de tipo Waverider (Datawell) y boyas direccionales de tipo Triaxys (Axis). Todas las boyas con independencia del modelo producen datos con cadencia horaria. No obstante, a pesar de tener cadencia horaria, los parámetros de oleaje se han calculado sobre series de desplazamientos registradas en intervalos inferior a una hora. En el caso de las boyas Waverider el periodo de medida es de 40 minutos, mientras que en el caso de las boyas Triaxys el tiempo de medida es de 24 minutos.

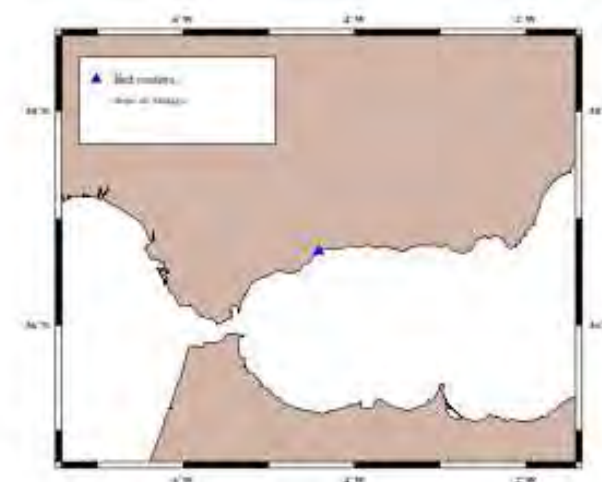
A través de la página Web de Puertos del Estado es posible ampliar la información referente a las características generales de dicho conjunto de datos o bien conocer con más detalle la configuración y lugar de fondeo:

[www.puertos.es](http://www.puertos.es) > Información Específica > Oceanografía y Meteorología > Datos en tiempo real, predicciones y banco de datos

## 3 BOYA DE MÁLAGA 10

### 3. Boya de Málaga

Conjunto de Datos: Red costera  
Boya de : Boya de Málaga  
Longitud : -4.415 E  
Latitud : 36.692 N  
Profundidad : 15.000 m



### 3 BOYA DE MÁLAGA

11

#### 3.1. TABLAS HS-TP ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017

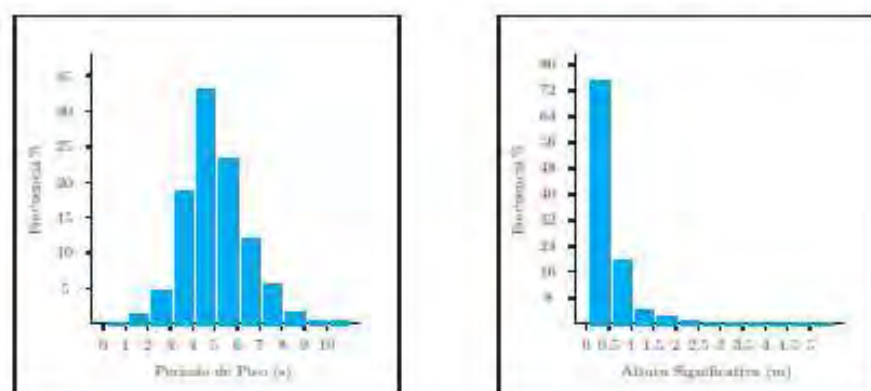


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	—	1.000	4.450	10.579	27.494	15.310	5.717	2.497	0.690	0.342	0.304	71.492
1.0	—	—	0.105	1.808	5.261	8.807	1.816	1.015	0.198	0.078	0.023	19.172
1.5	—	—	—	0.086	0.260	1.077	1.080	0.791	0.142	0.022	0.011	3.921
2.0	—	—	—	—	0.030	0.100	0.578	0.545	0.111	0.015	0.005	1.427
2.5	—	—	—	—	—	0.008	0.027	0.231	0.121	0.042	0.006	0.639
3.0	—	—	—	—	—	—	0.004	0.114	0.083	0.010	0.001	0.223
3.5	—	—	—	—	—	—	—	0.007	0.038	0.013	0.001	0.087
4.0	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.020	0.017	—	0.038
4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000	—	0.000
5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	0.001	0.001	—	0.001
≥ 5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	—	1.000	4.555	16.425	51.027	21.100	11.951	5.698	1.422	0.463	0.356	100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

12

#### 3.2. TABLAS HS-TP ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017

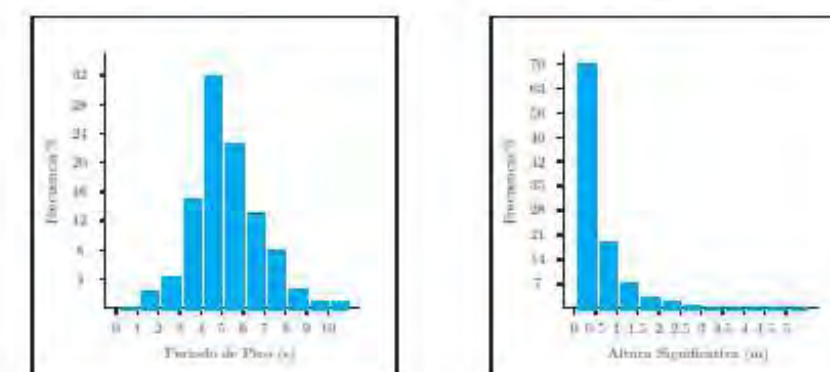


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	—	2.058	4.164	13.842	25.479	12.158	5.243	1.058	1.580	0.680	0.612	68.798
1.0	—	—	0.074	1.283	2.494	7.845	2.914	0.517	0.118	0.108	0.026	18.396
1.5	—	—	—	0.005	0.061	2.100	3.008	0.908	0.079	0.016	0.026	6.007
2.0	—	—	—	—	0.011	0.418	1.432	1.103	0.106	0.005	0.005	3.048
2.5	—	—	—	—	—	0.011	0.398	0.852	0.253	0.020	0.005	1.546
3.0	—	—	—	—	—	—	0.015	0.306	0.127	0.016	0.002	0.464
3.5	—	—	—	—	—	—	—	0.084	0.043	0.020	0.005	0.158
4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	0.020	0.011	—	0.037
4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005
5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
≥ 5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	—	2.058	4.237	15.129	31.046	22.023	12.987	7.747	2.822	0.865	0.686	100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

13

#### TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017

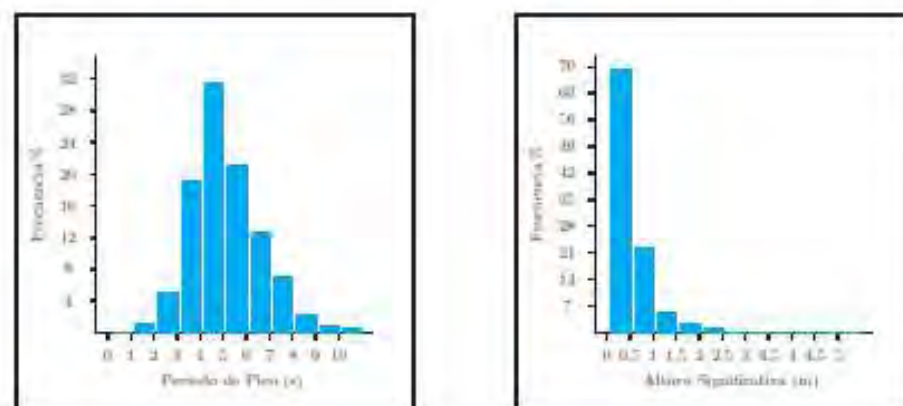


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	1.020	4.867	10.786	24.671	42.505	57.012	2.960	0.768	0.099	0.208	100.000
1.0	-	-	0.228	2.016	6.305	7.450	4.200	1.228	0.344	0.081	0.025	22.149
1.5	-	-	-	0.042	0.518	2.000	2.170	1.172	0.269	0.045	0.005	7.029
2.0	-	-	-	-	0.100	0.790	0.910	0.288	0.045	0.015	-	1.091
2.5	-	-	-	-	0.010	0.147	0.340	0.261	0.020	0.005	-	0.768
3.0	-	-	-	-	-	-	0.100	0.202	0.025	-	-	0.304
3.5	-	-	-	-	-	-	0.040	0.091	0.020	-	-	0.144
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.045	0.045	-	-	0.090
4.5	-	-	-	-	-	-	-	0.025	0.010	-	-	0.035
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	0.005
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	1.020	5.083	10.828	31.275	45.667	62.080	6.702	2.290	0.688	0.243	100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

14

#### TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Jan. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017

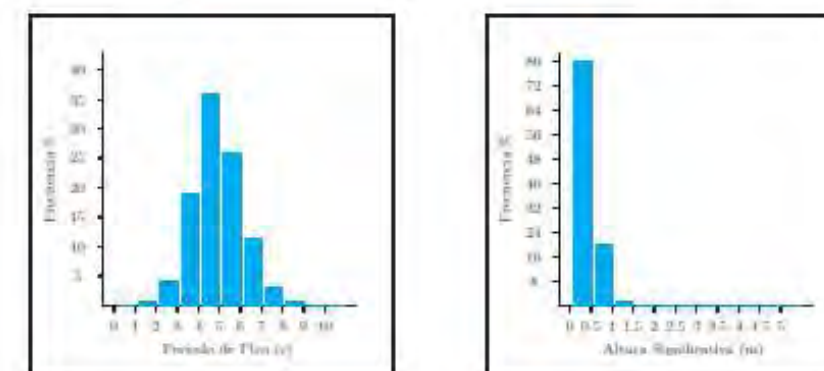


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.001	3.004	10.480	20.061	16.743	6.555	1.201	0.094	0.108	0.100	79.208
1.0	-	-	0.207	2.300	4.084	8.450	4.327	1.300	0.172	0.045	0.001	19.820
1.5	-	-	-	0.005	0.044	0.143	0.332	0.300	0.108	-	-	1.084
2.0	-	-	-	-	-	0.005	0.010	0.044	0.005	-	-	0.064
2.5	-	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	0.005
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.001	3.005	10.485	20.117	16.841	11.217	3.129	0.576	0.123	0.106	100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

15

#### TABLAS HS-TP ESTACIONAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Nov. 1985 - Abr. 2017

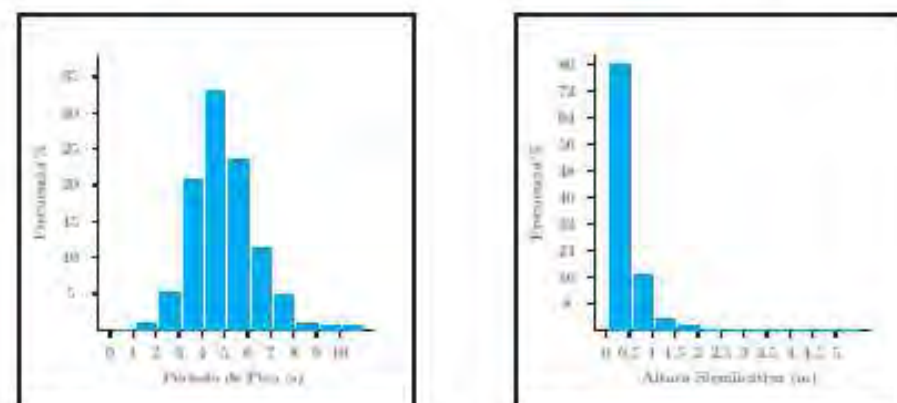


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)										Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0
≤ 0.5	0.007	0.081	10.204	20.877	15.971	0.756	2.658	0.114	0.230	0.272	79.047
1.0	-	-	0.094	1.015	6.053	3.688	0.800	0.130	0.051	0.057	10.062
1.5	-	-	-	0.280	0.983	1.272	0.570	0.079	0.026	0.026	3.124
2.0	-	-	-	-	0.110	0.054	0.230	0.047	0.010	-	0.722
2.5	-	-	-	-	-	0.010	0.089	0.141	0.042	-	0.283
3.0	-	-	-	-	-	-	0.007	0.021	0.047	-	0.075
3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	0.023
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.010	0.010	0.026
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	-	0.007
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	-	0.007
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005
Total	-	0.047	0.175	20.517	33.141	23.118	11.157	4.237	0.800	0.385	0.005

### 3 BOYA DE MÁLAGA

16

#### 3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL

#### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

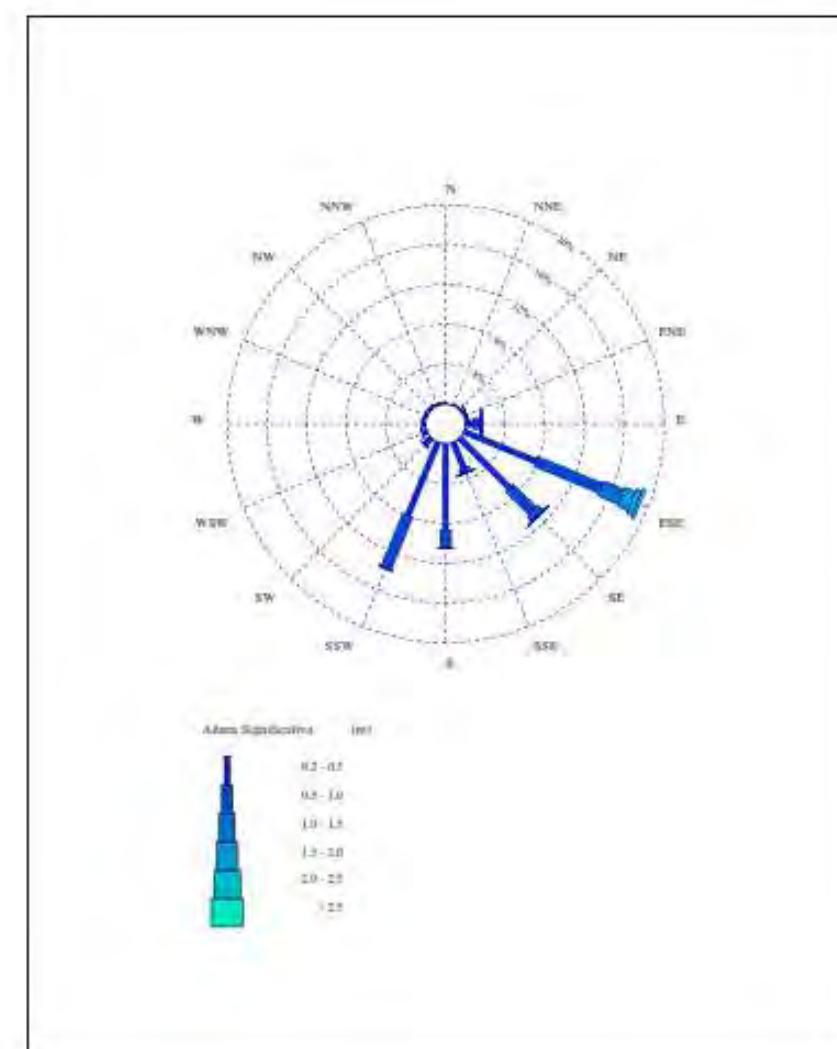
PERÍODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 37.28 %



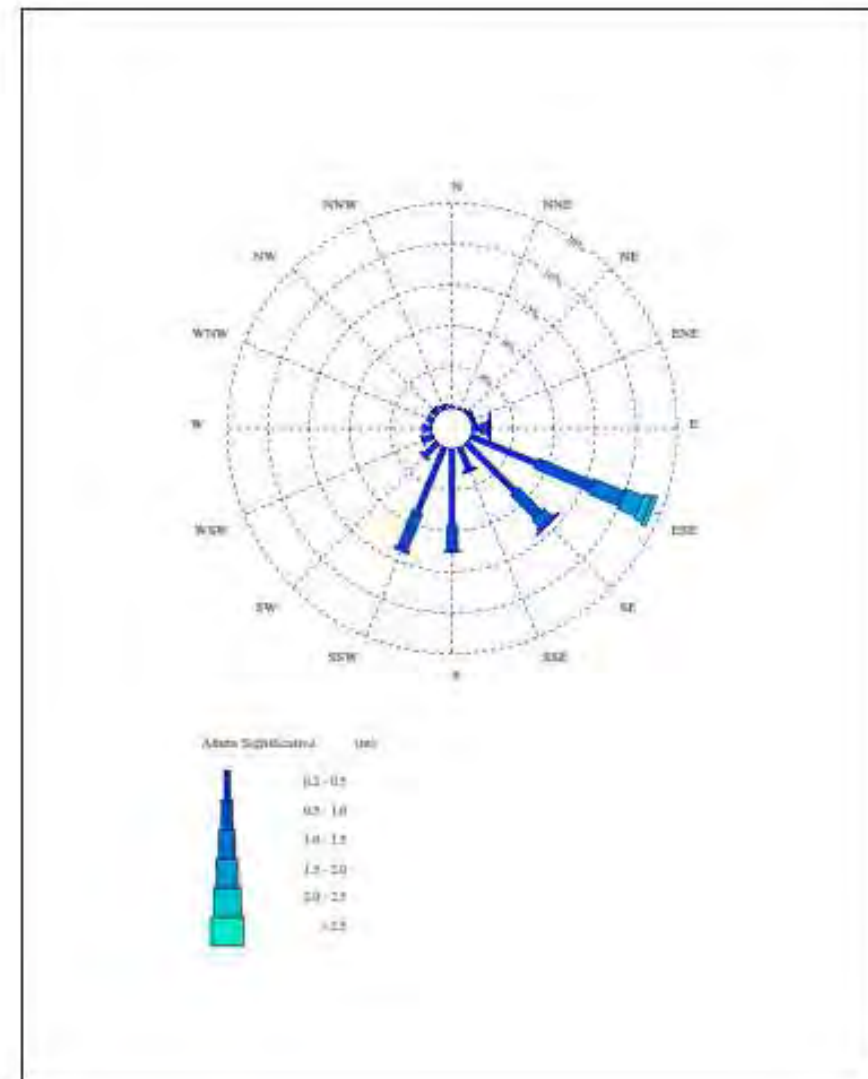
### 3 BOYA DE MALAGA

17

#### 3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

##### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga  
CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia  
INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2  
PERIODO : Dic. - Feb.  
SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017  
PORCENTAJE DE CALMAS : 38.24 %



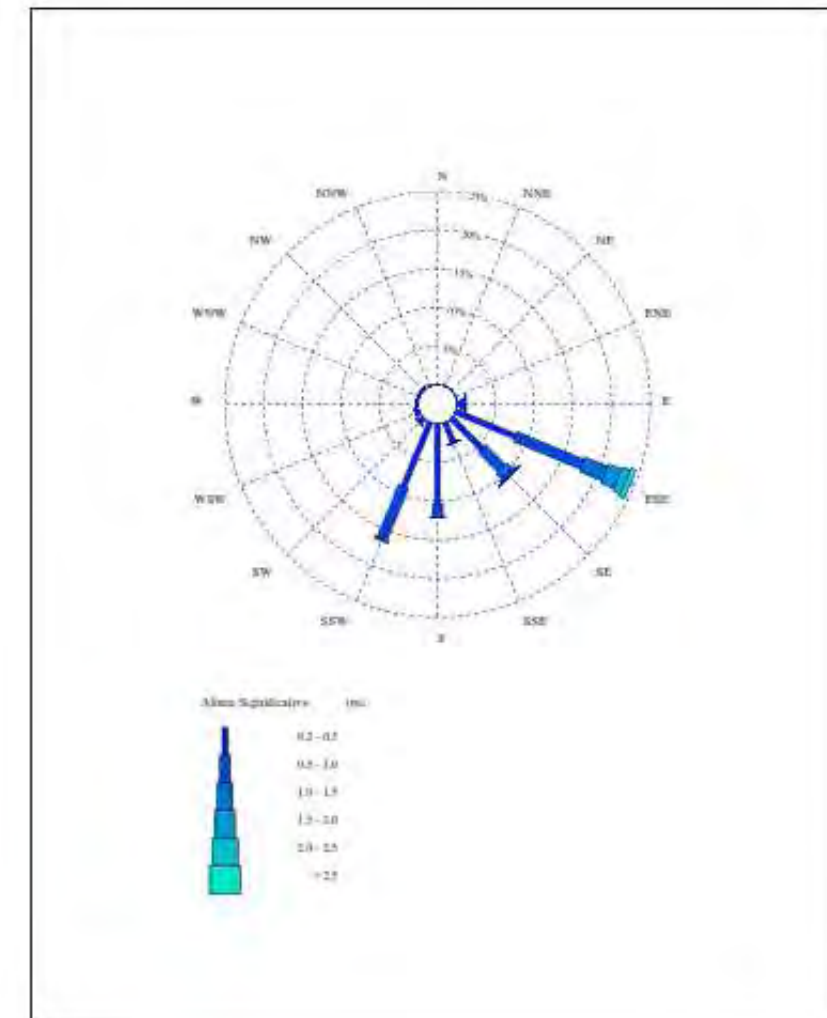
### 3 BOYA DE MALAGA

18

#### ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

##### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga  
CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia  
INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2  
PERIODO : Mar. - May.  
SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017  
PORCENTAJE DE CALMAS : 29.33 %



### 3 BOYA DE MÁLAGA

19

ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

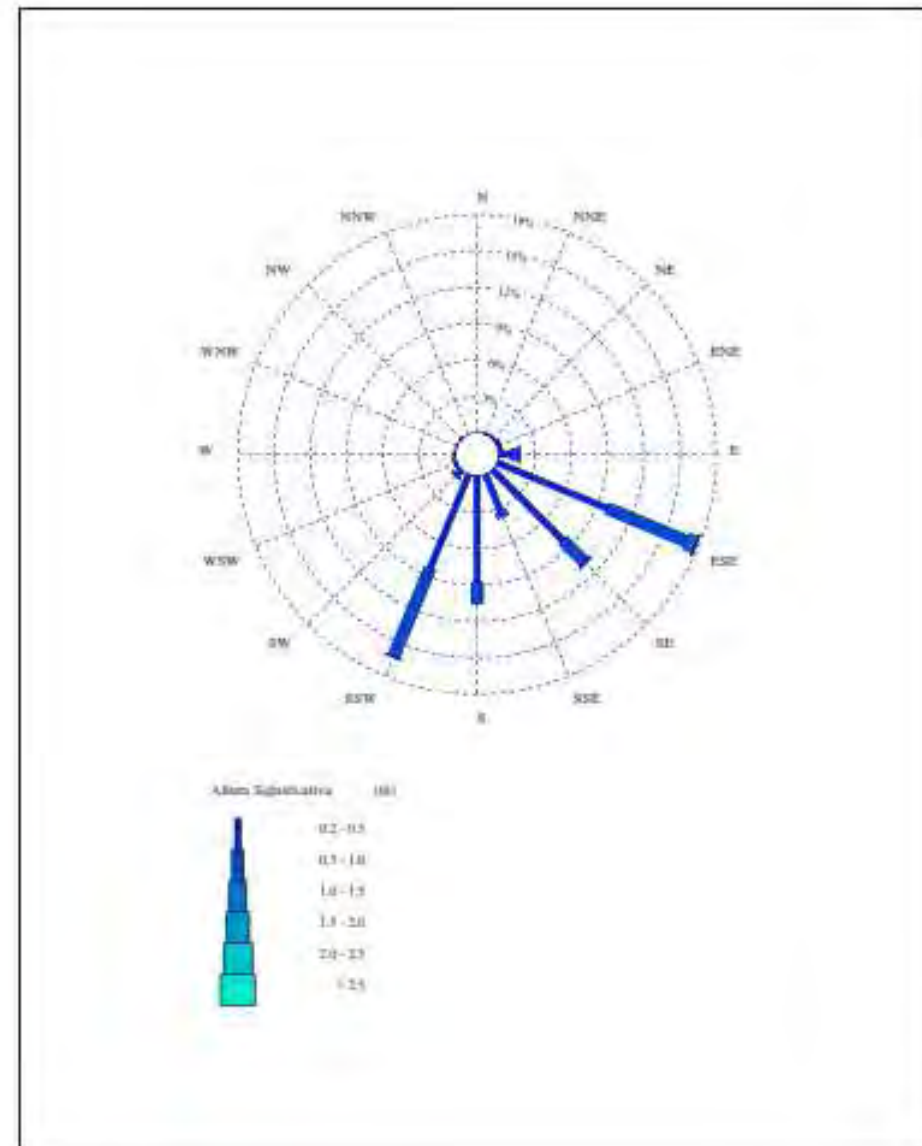
PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 37.44 %



### 3 BOYA DE MÁLAGA

20

ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

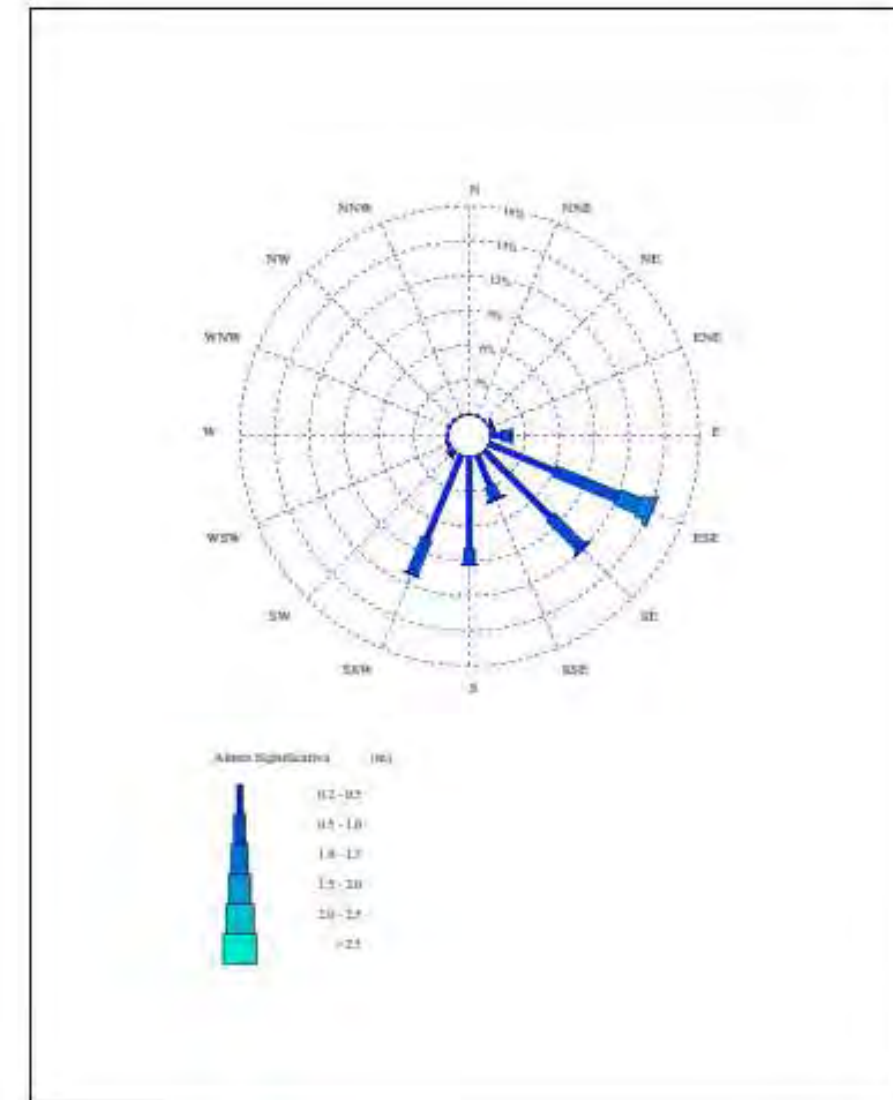
PERIODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 44.23 %



### 3 BOYA DE MÁLAGA

21

#### 3.5. TABLAS Hs - DIR. ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

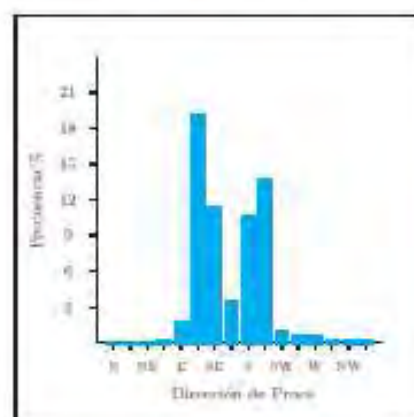
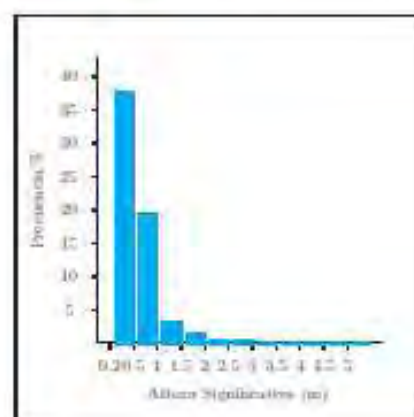


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	< 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	> 5.0	
CALMAS	37.282												37.282
N	0.0	0.0											0.0
NNE	22.5	0.5											0.5
NE	65.0	0.7	0.0										0.7
ENE	67.5		0.0	0.0									0.0
E	60.0		0.0	0.0	0.0								0.0
ESE	112.5	7.838	7.064	2.264	1.014	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		19.171
SE	135.0	7.142	8.298	5.28	1.58	0.02	0.08						21.138
SSE	157.5	2.787	4.0	1.08	0.0								8.541
S	180.0	6.640	1.828	0.0									10.525
SSW	202.5	7.980	5.032	1.79									13.798
SW	225.0	8.02	1.21										1.013
WSW	247.5	4.86	0.53										5.59
W	270.0	35.4	0.0										35.4
WNW	292.5	3.0	0.0										3.0
NW	315.0	3.4	0.0										3.4
NNW	337.5	1.27	0.0										1.27
Total	37.282	37.952	10.000	2.225	1.289	0.02	0.18	0.0	0.0	0.0	0.0		100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

22

#### 3.6. TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Dir. - Feb.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

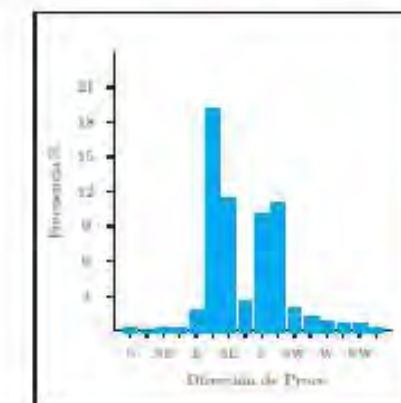
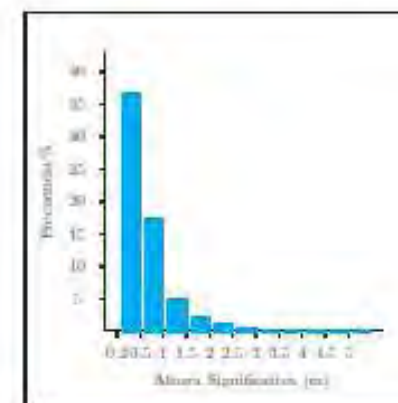


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	< 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	> 5.0	
CALMAS	38.244												38.244
N	0.0	0.0											0.0
NNE	22.5	0.0											0.0
NE	65.0	1.0	0.0										1.0
ENE	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0								0.0
E	60.0	8.17	0.0	1.0				0.0					1.67
ESE	112.5	6.580	5.819	3.199	1.911	0.0	0.0	1.0					19.132
SE	135.0	6.605	1.285	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					11.252
SSE	157.5	2.212	2.5	0.0									2.461
S	180.0	7.451	2.491	1.07									10.049
SSW	202.5	6.785	1.059	2.0									10.073
SW	225.0	1.650	2.5										1.011
WSW	247.5	1.03	0.0										1.117
W	270.0	7.70	0.0										8.0
WNW	292.5	8.0											8.0
NW	315.0	5.07	0.0										5.0
NNW	337.5	3.44	0.0										3.44
Total	38.244	38.118	17.050	1.638	2.233	0.0	0.0	1.0					100.0

### 3 BOYA DE MÁLAGA

23

#### TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

##### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR: Boya de Málaga

PERÍODO: Mar. - May.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA: May. 2010 - Abr. 2017

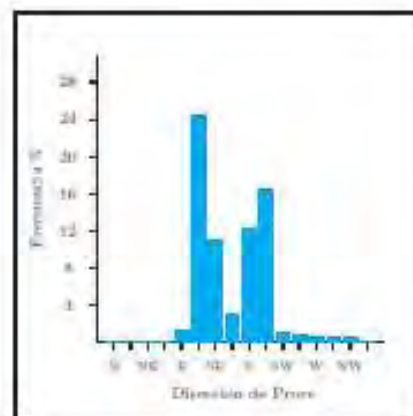
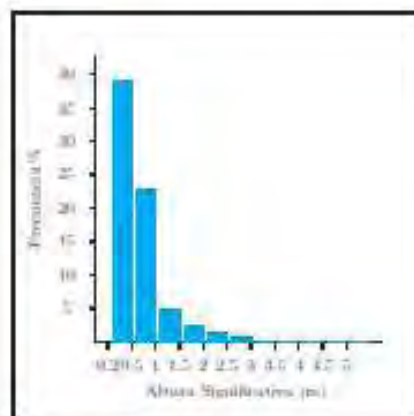


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	≥ 5.0	
<b>DATOS</b>	<b>29.328</b>												<b>29.328</b>
N	0.0	.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.000
NNE	22.5	.105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.105
NE	45.0	.084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.084
NNE	67.5	.084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.084
E	90.0	.181	.140	.209	.042	-	-	-	-	-	-	-	1.172
ESE	112.5	8.478	0.420	1.140	1.421	1.020	.523	.128	.042	-	-	-	24.471
SE	135.0	1.588	1.601	.969	.293	.084	.483	-	-	-	-	-	11.675
SSE	157.5	2.742	.147	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	2.910
S	180.0	10.348	1.797	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	22.166
SSW	202.5	8.984	7.006	.293	-	-	-	-	-	-	-	-	16.579
SW	225.0	.705	.084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.879
WSW	247.5	.229	.083	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.580
W	270.0	.314	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.385
WNW	292.5	.200	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.280
W	315.0	.299	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.384
WNW	337.5	.105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.105
<b>Total</b>	<b>29.328</b>	<b>36.683</b>	<b>21.922</b>	<b>1.647</b>	<b>2.370</b>	<b>1.359</b>	<b>.580</b>	<b>.128</b>	<b>.042</b>				<b>100.0</b>

### 3 BOYA DE MÁLAGA

24

#### TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

##### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR: Boya de Málaga

PERÍODO: Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA: May. 2010 - Abr. 2017

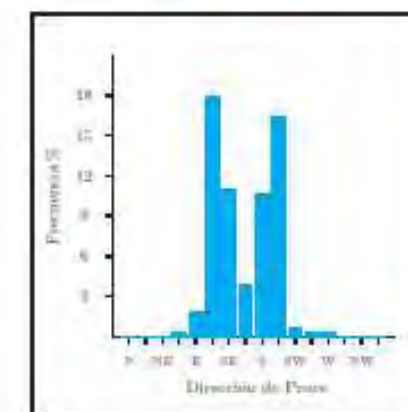
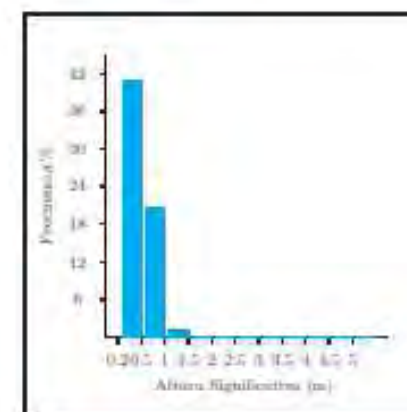


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	≥ 5.0	
<b>DATOS</b>	<b>37.437</b>												<b>37.437</b>
N	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NNE	22.5	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.021
NE	45.0	.042	.042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.084
NNE	67.5	.084	.042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.126
E	90.0	1.020	.084	.084	-	-	-	-	-	-	-	-	1.711
ESE	112.5	8.871	7.085	.708	.021	-	-	-	-	-	-	-	17.790
SE	135.0	8.264	2.788	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	11.072
SSE	157.5	3.297	.480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.777
S	180.0	8.785	1.774	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.559
SSW	202.5	8.489	7.818	.108	-	-	-	-	-	-	-	-	16.405
SW	225.0	.605	.125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.780
WSW	247.5	.167	.042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.289
W	270.0	.140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.190
WNW	292.5	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.021
W	315.0	.021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.021
WNW	337.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>37.437</b>	<b>40.889</b>	<b>20.701</b>	<b>1.002</b>	<b>.021</b>								<b>100.0</b>

### 3 BOYA DE MÁLAGA

25

#### TABLAS Hs - DIF. ESTACIONAL

##### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : Boya de Málaga

PERÍODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : May. 2010 - Abr. 2017

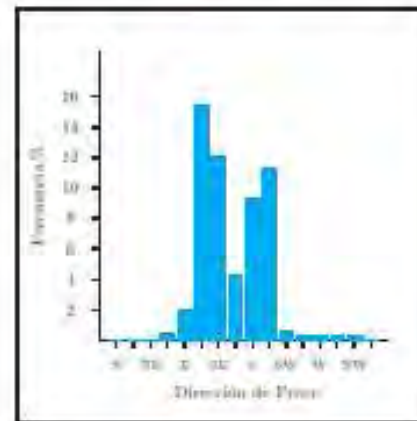
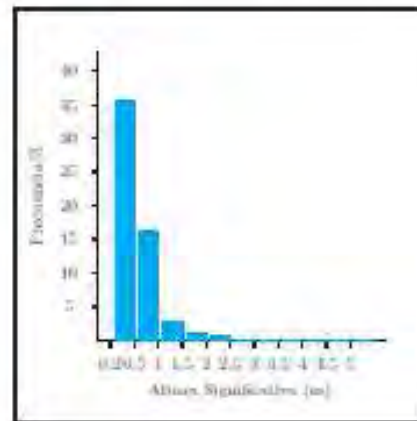


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

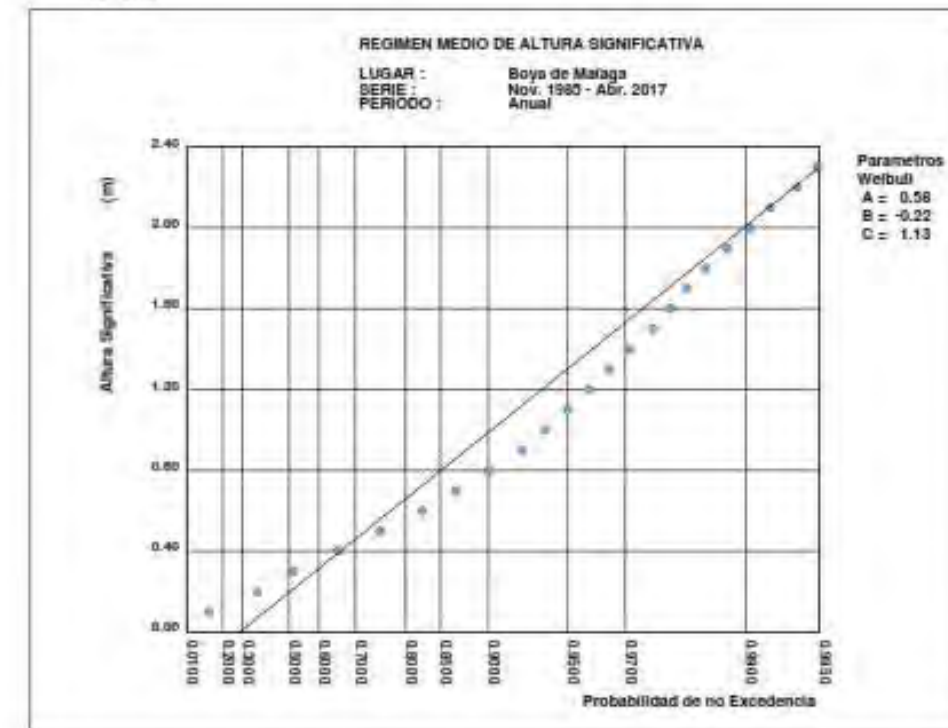
Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAN	44.225												44.225
N	0.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
NNE	22.5	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
NE	45.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
NNE	67.5	0.12	1.70	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21
E	90.0	0.54	0.89	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	1.88
ESE	112.5	6.424	7.023	1.850	0.70	0.80	0.85	-	0.01	0.01	0.01	-	15.257
SE	135.0	8.074	5.606	2.00	0.12	-	-	-	-	-	-	-	12.012
SE	157.5	2.882	1.080	1.01	0.21	-	-	-	-	-	-	-	4.172
S	180.0	7.998	1.011	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	9.089
SSW	202.5	7.770	0.448	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	11.189
SW	225.0	0.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
WSW	247.5	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
W	270.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
WSW	292.5	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12
SW	315.0	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17
SSW	337.5	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.64
Total	44.225	35.389	10.444	2.940	7.84	0.80	0.85	-	0.01	0.01	0.01	-	100.00

### 3 BOYA DE MÁLAGA

26

#### 3.7. REGIMEN MEDIO DE Hs ANUAL

ANUAL

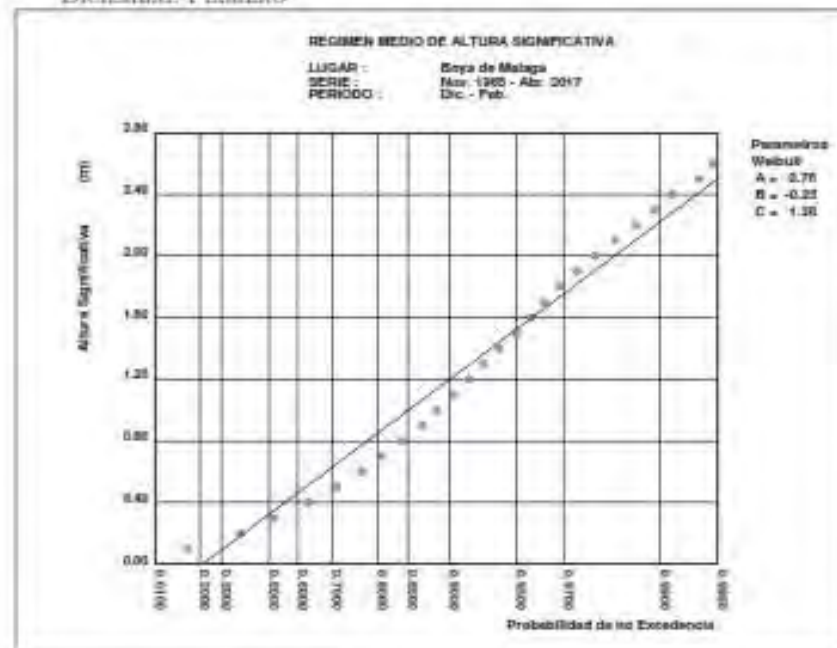


### 3 BOYA DE MÁLAGA

27

#### 3.8. REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL

##### DICIEMBRE-FEBRERO



##### MARZO-MAYO

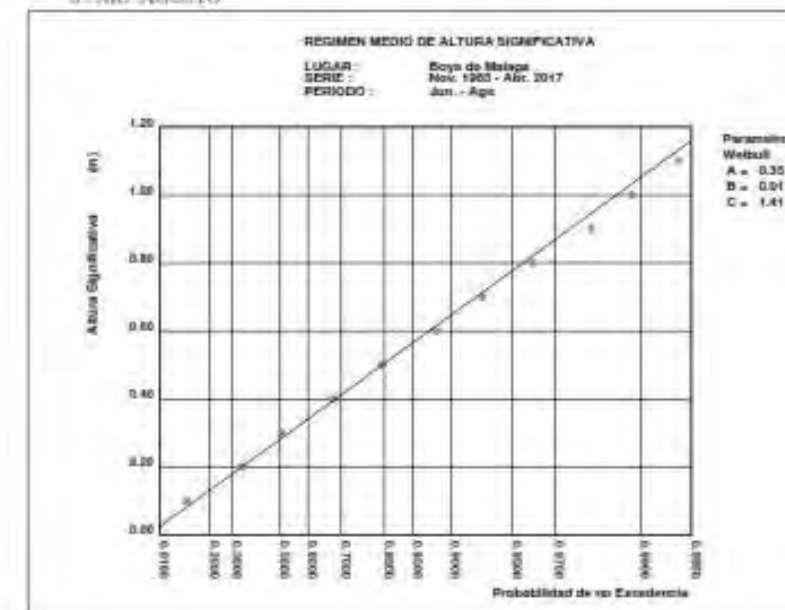


### 3 BOYA DE MÁLAGA

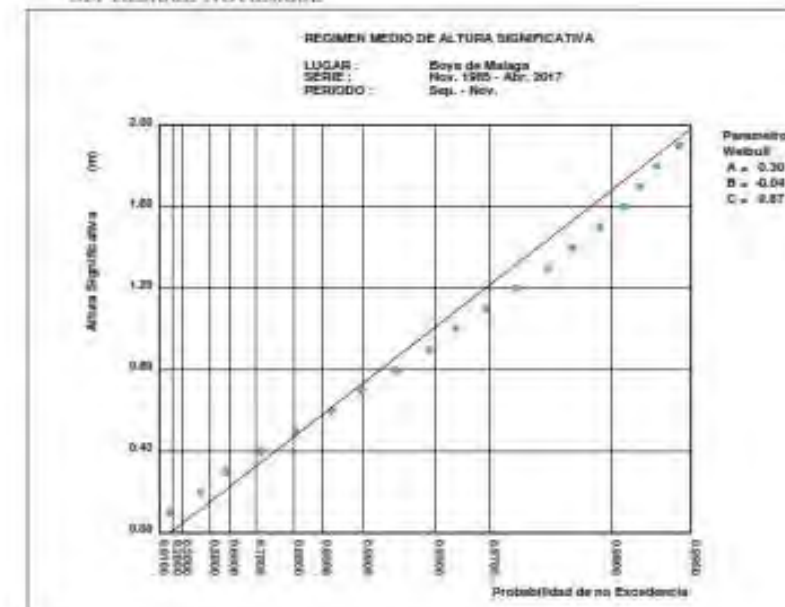
28

#### REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL

##### JUNIO-AGOSTO



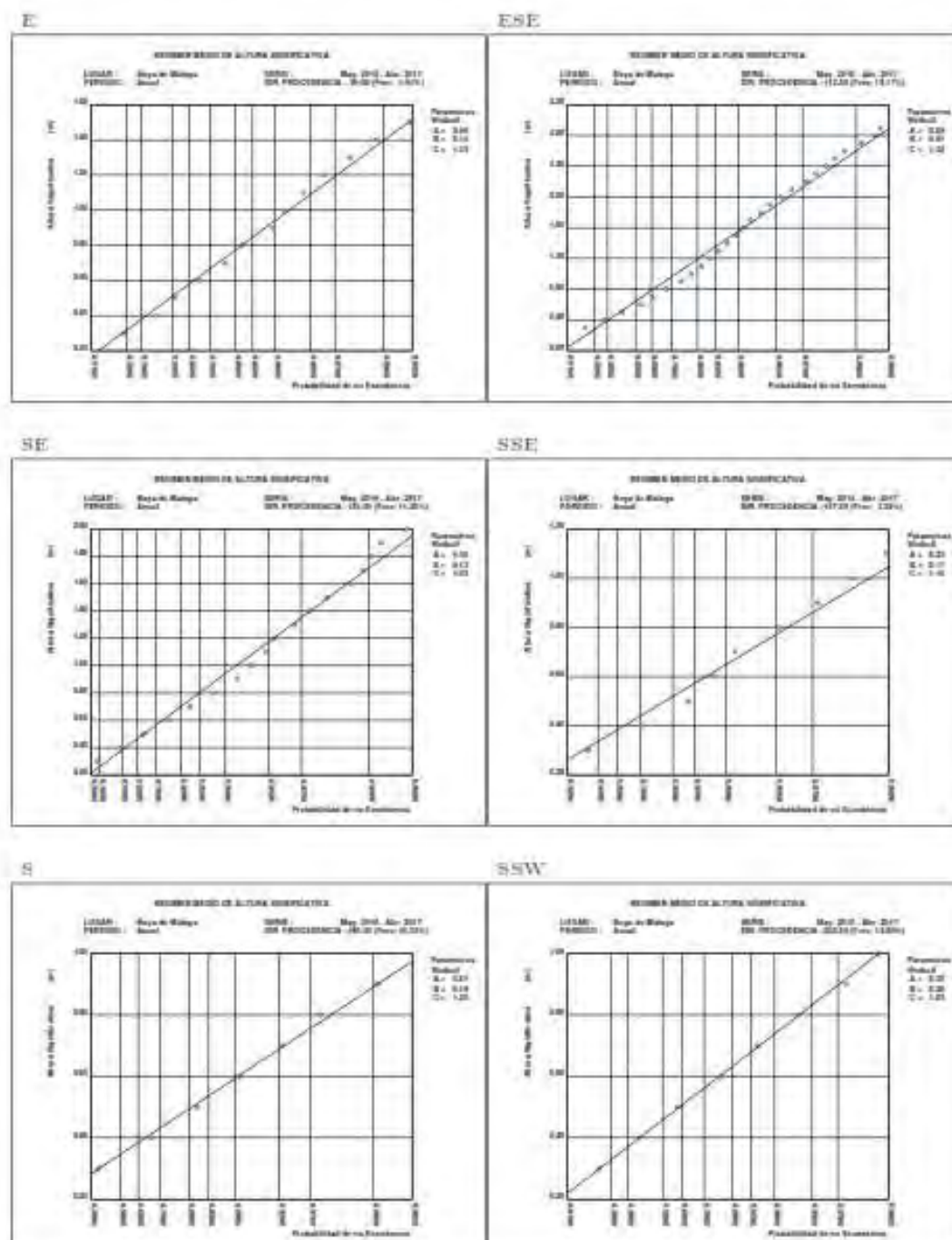
##### SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE



### 3 BOYA DE MÁLAGA

29

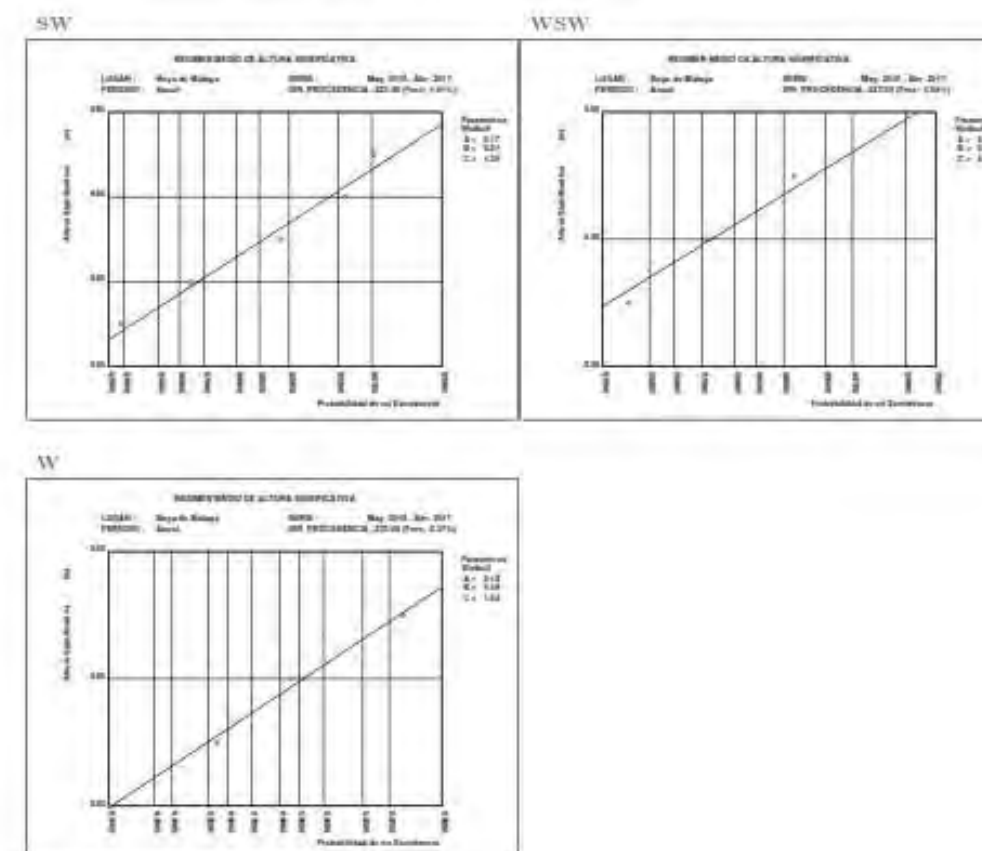
#### 3.9. RÉGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

30

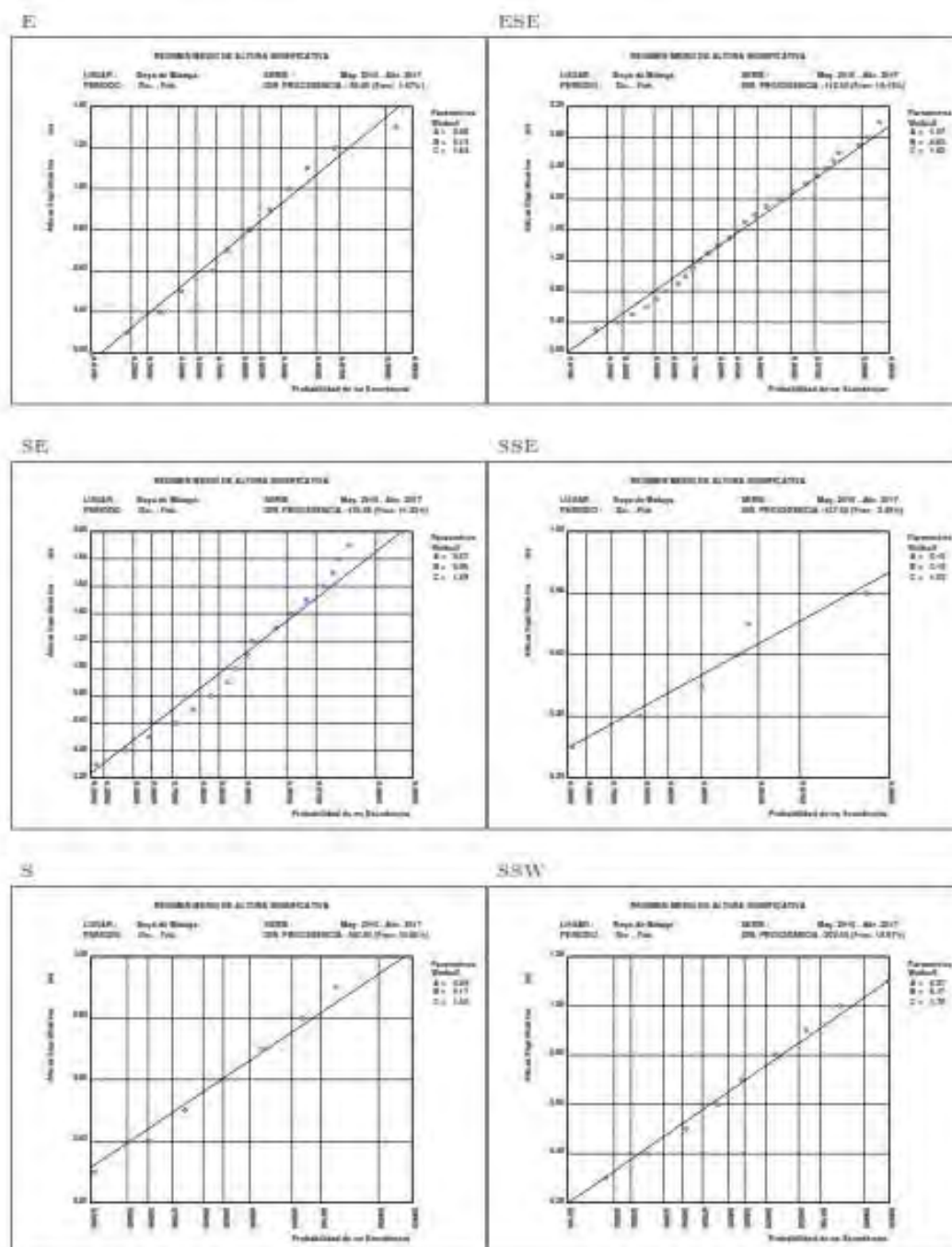
#### RÉGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

31

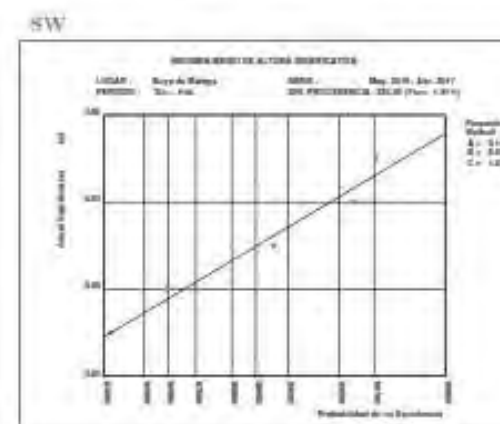
#### 3.10. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.



### 3 BOYA DE MÁLAGA

32

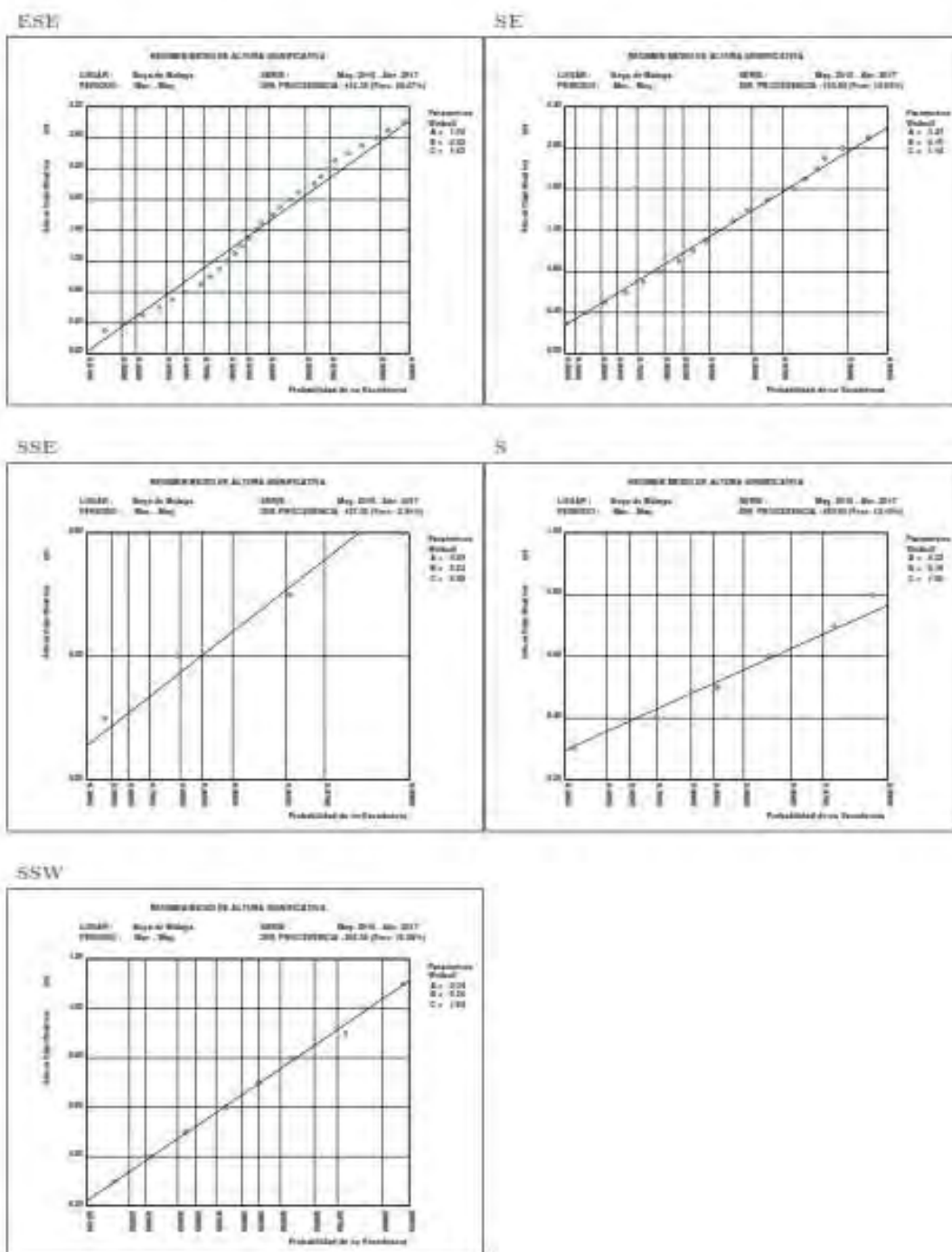
#### REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.



### 3 BOYA DE MÁLAGA

33

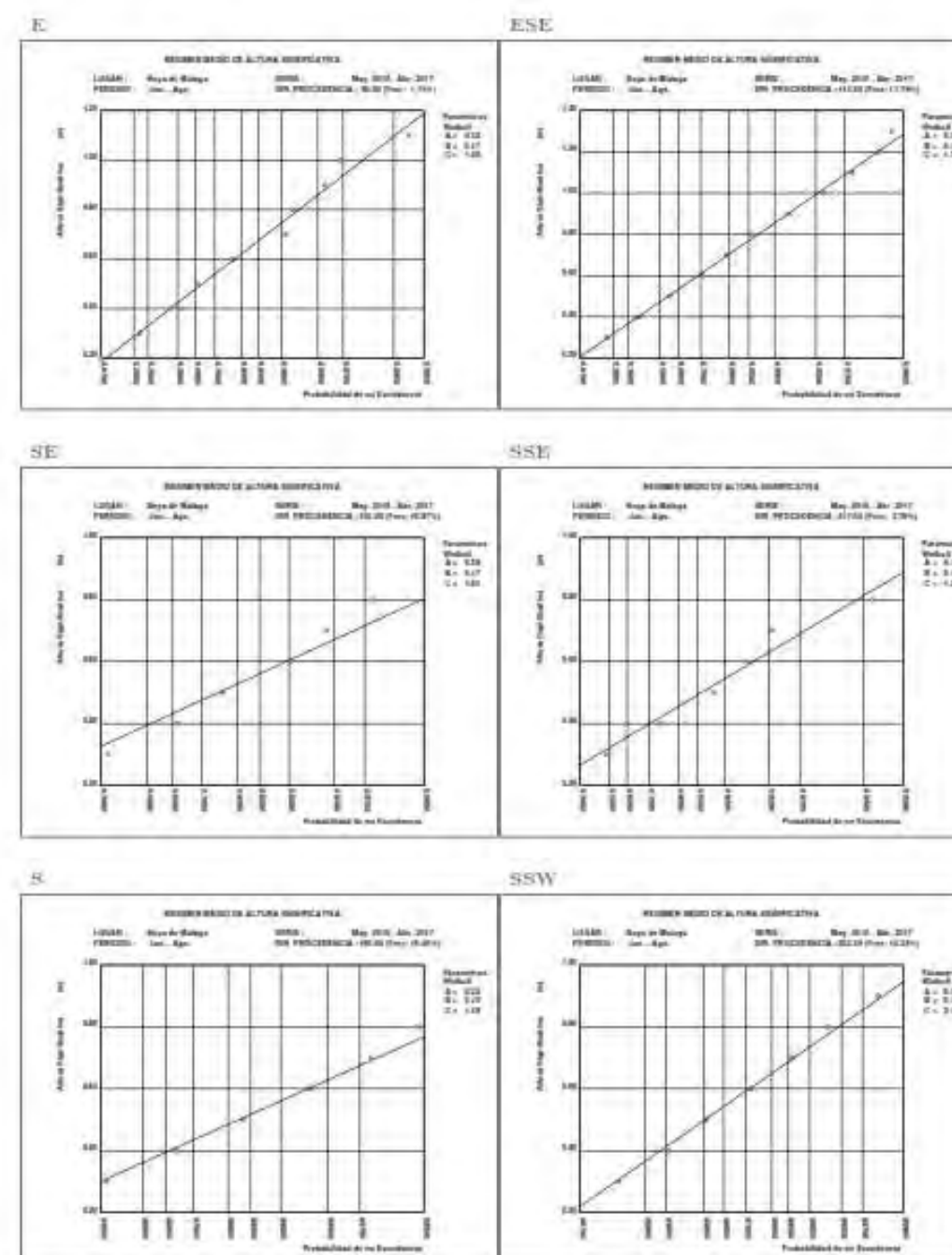
#### 3.11. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.



### 3 BOYA DE MÁLAGA

34

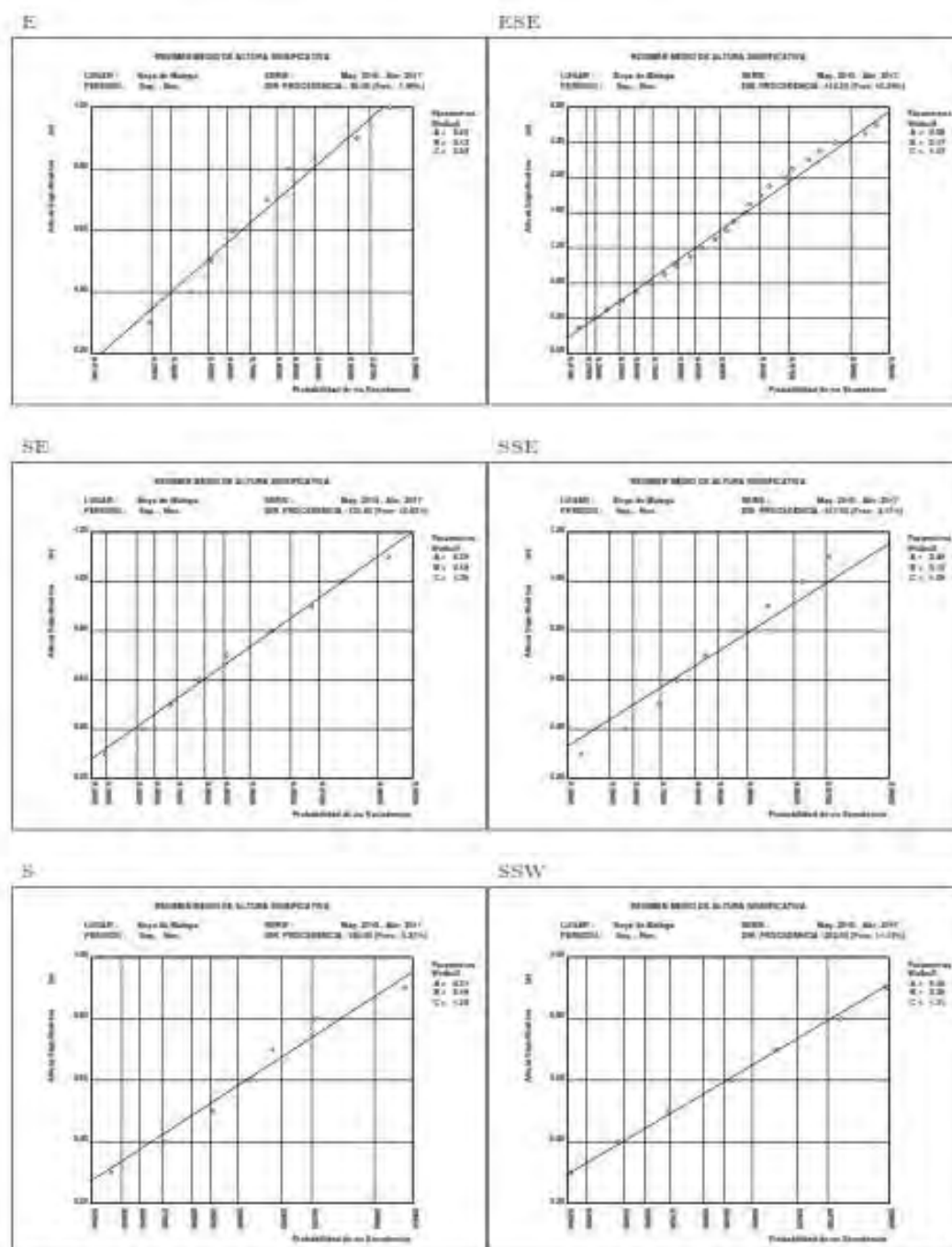
#### 3.12. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO.



### 3 BOYA DE MÁLAGA

35

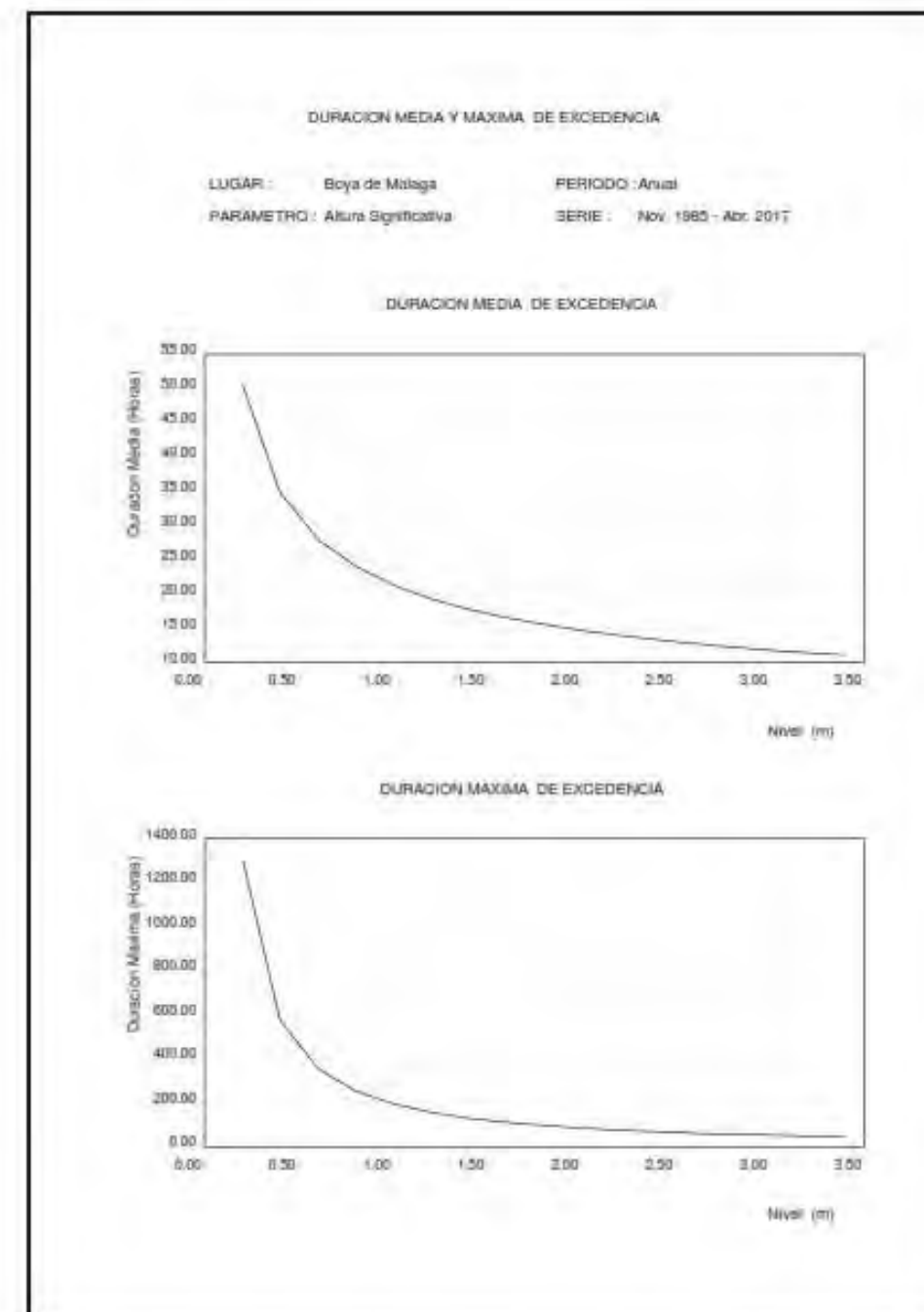
#### 3.13. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET-NOV.



### 3 BOYA DE MÁLAGA

36

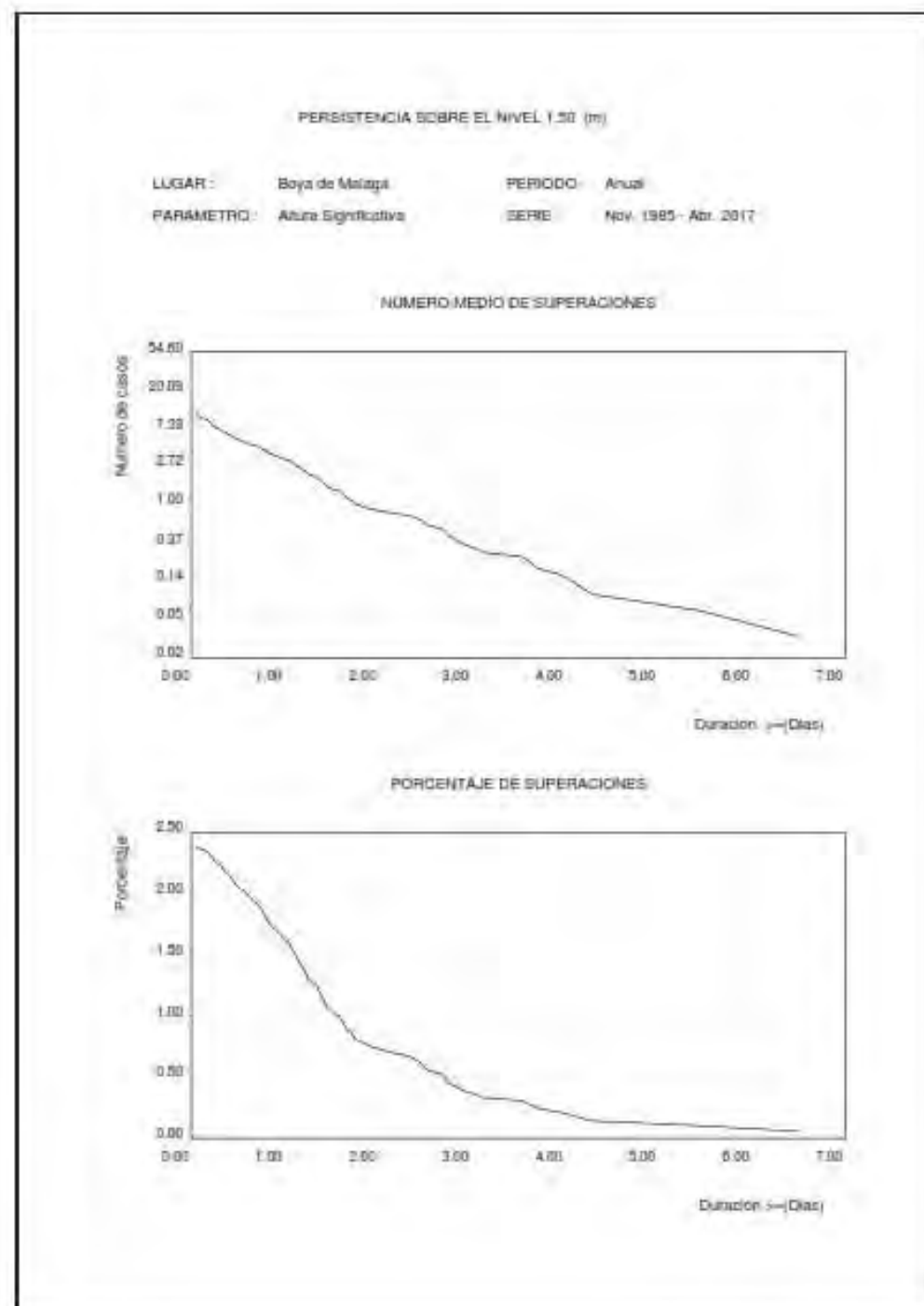
#### 3.14. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE HS ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

37

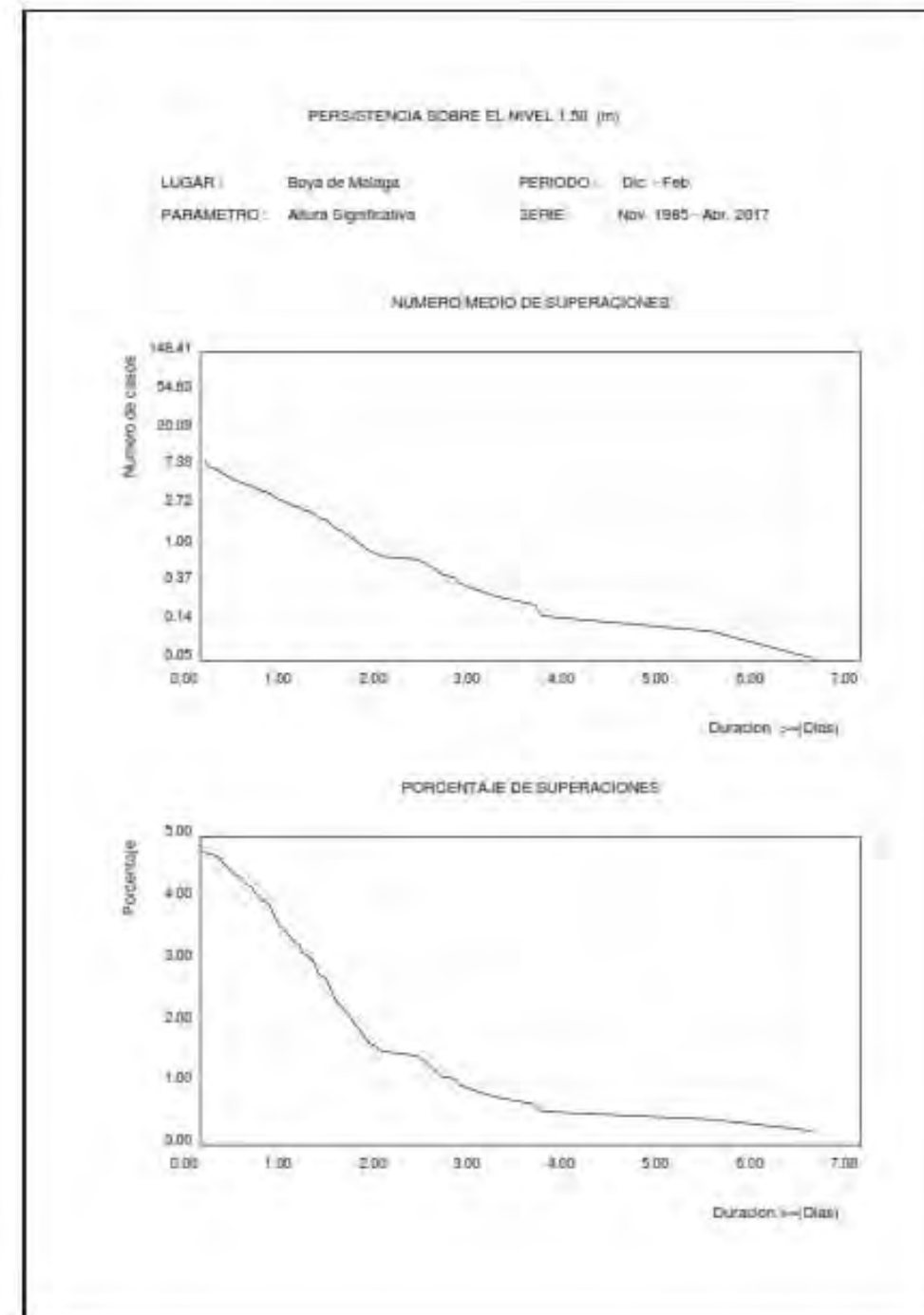
#### 3.15. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

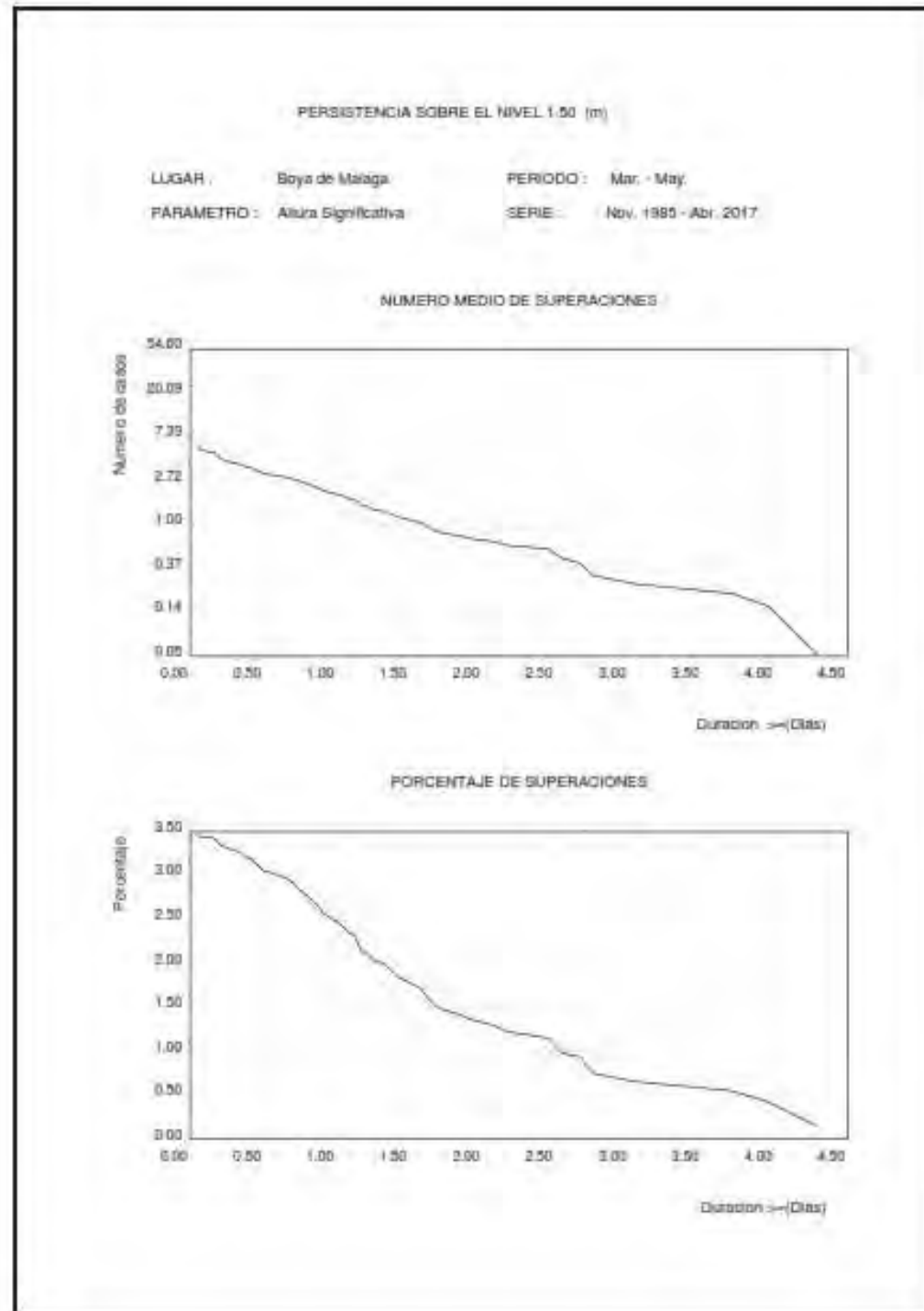
38

#### 3.16. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL



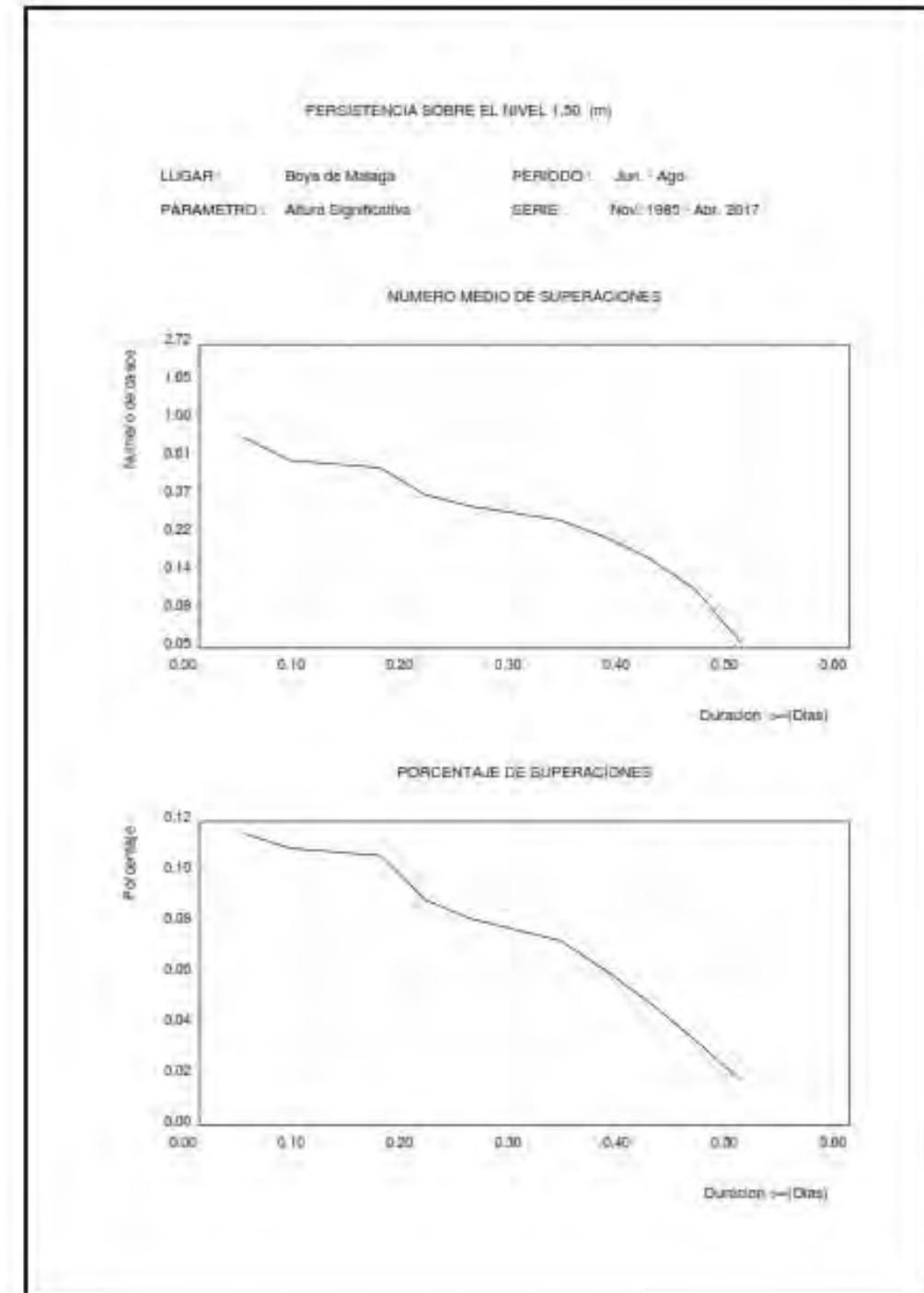
3 BOYA DE MÁLAGA

39



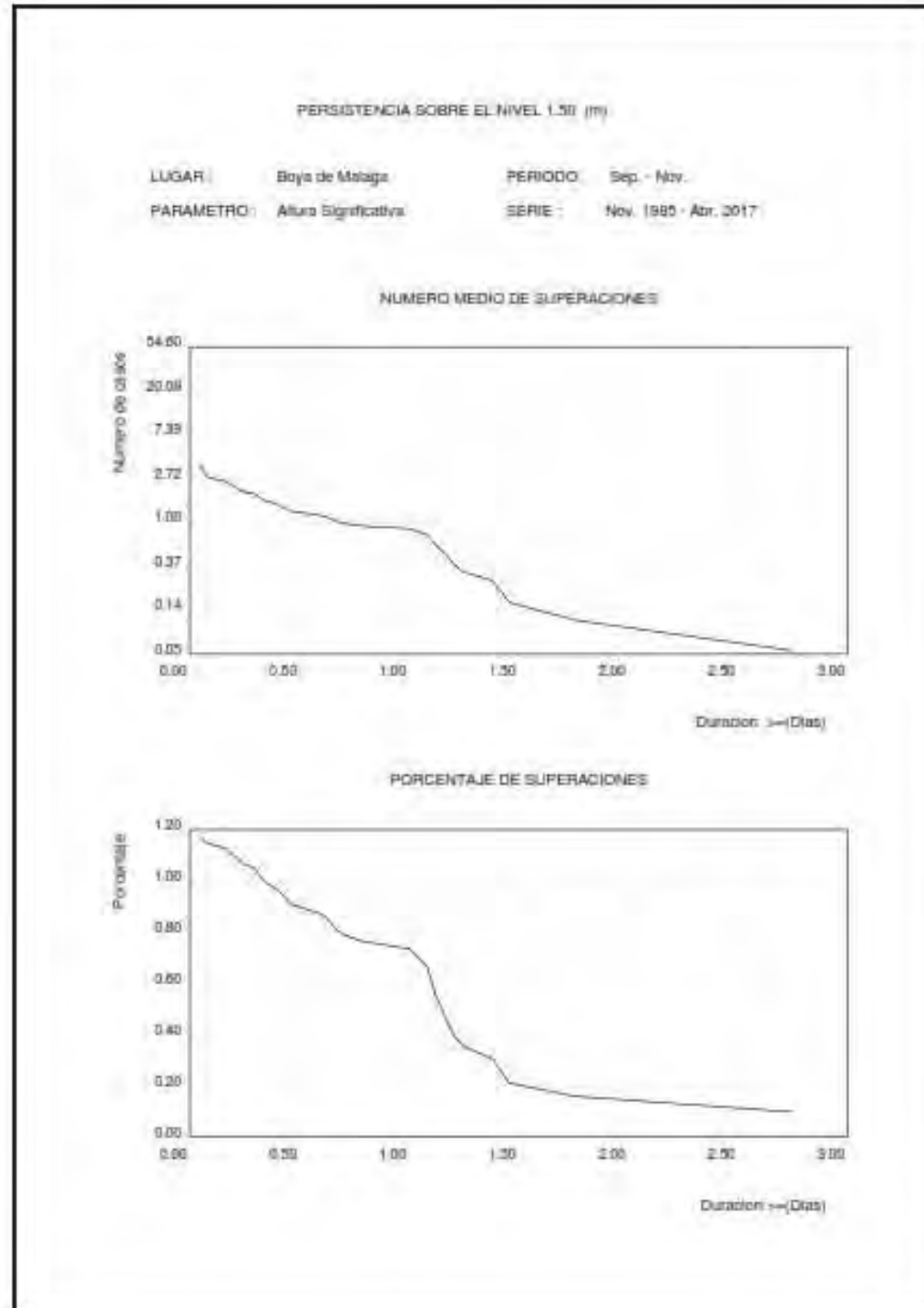
3 BOYA DE MÁLAGA

40



3 BOYA DE MALAGA

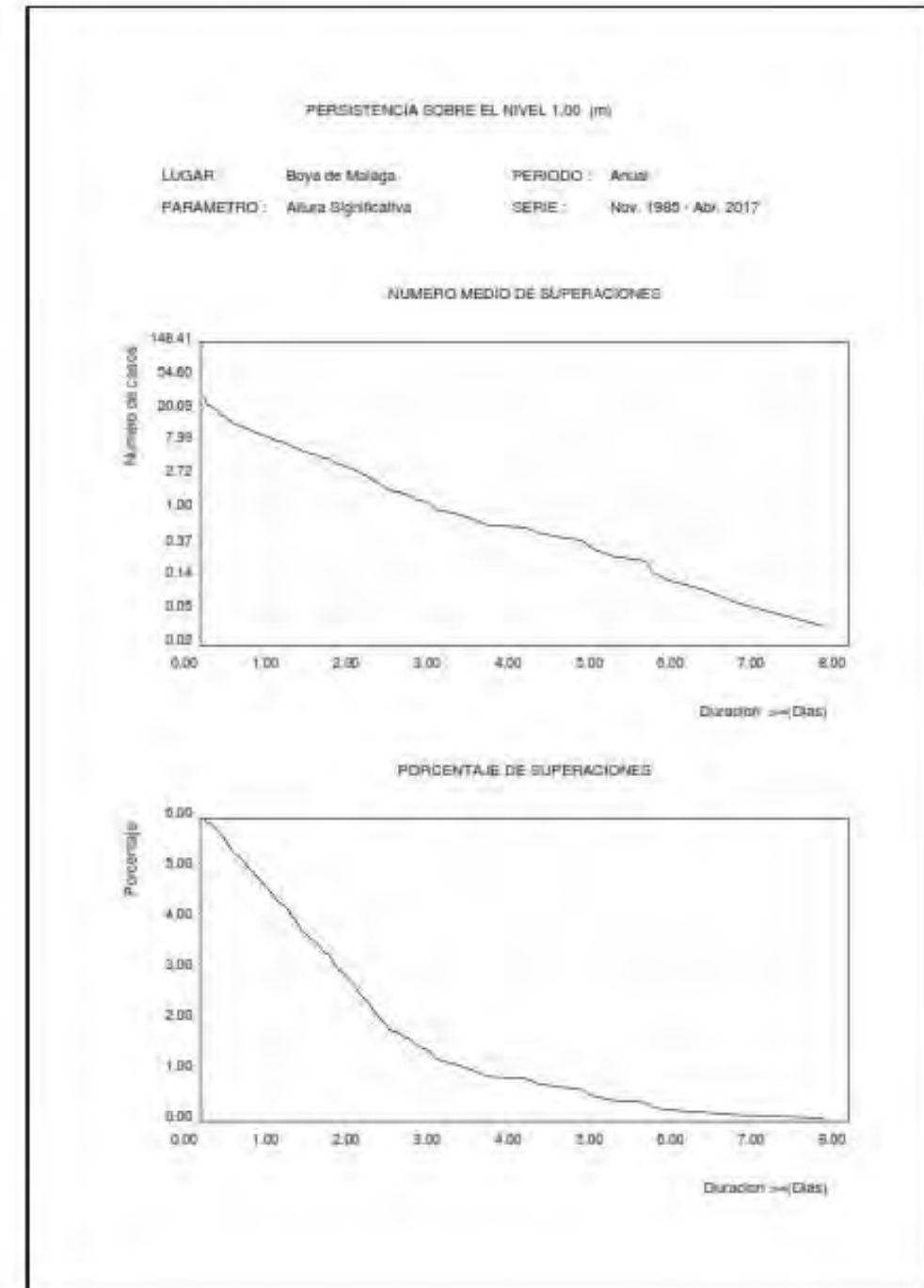
41



3 BOYA DE MALAGA

42

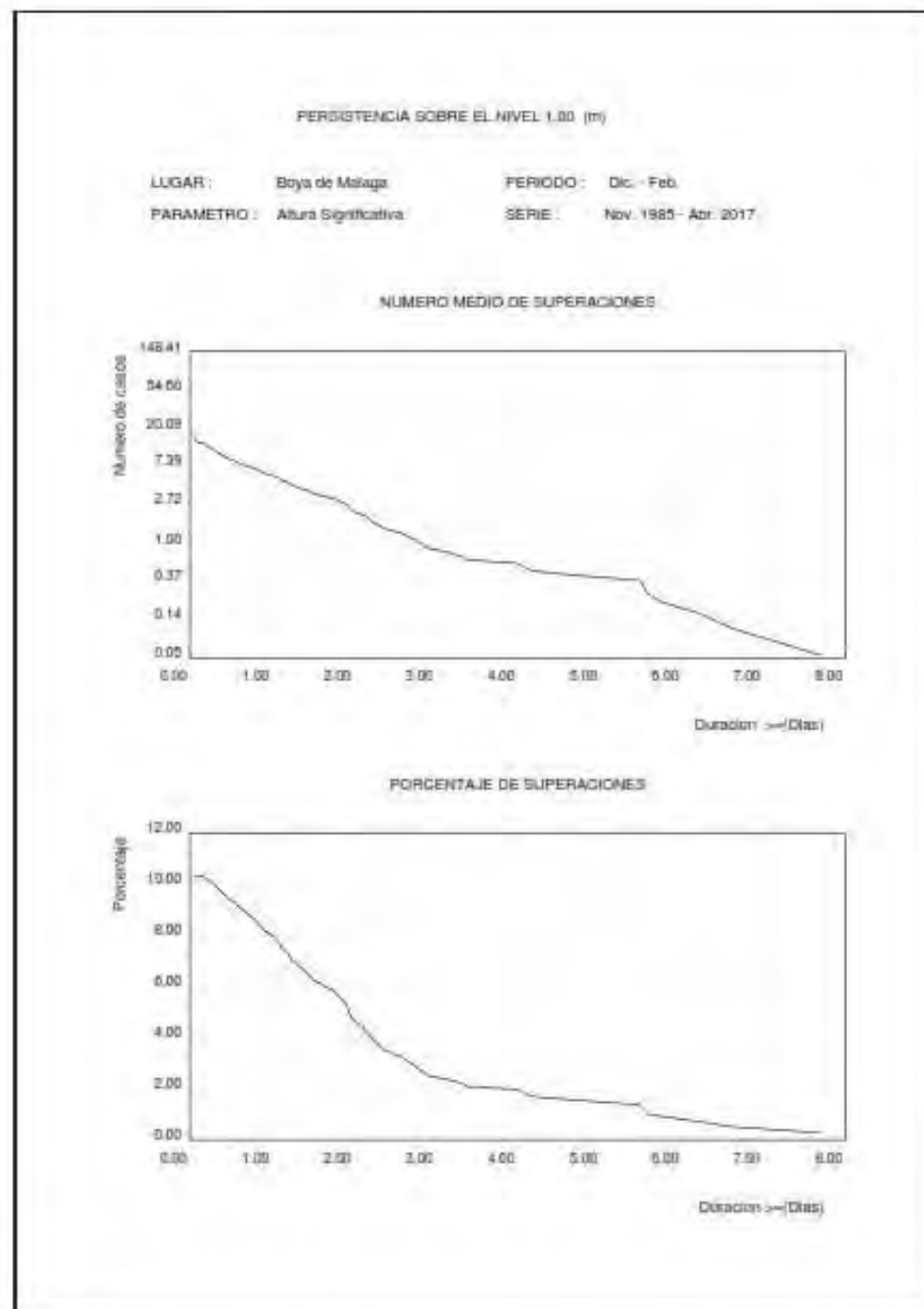
3.17. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (m) ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

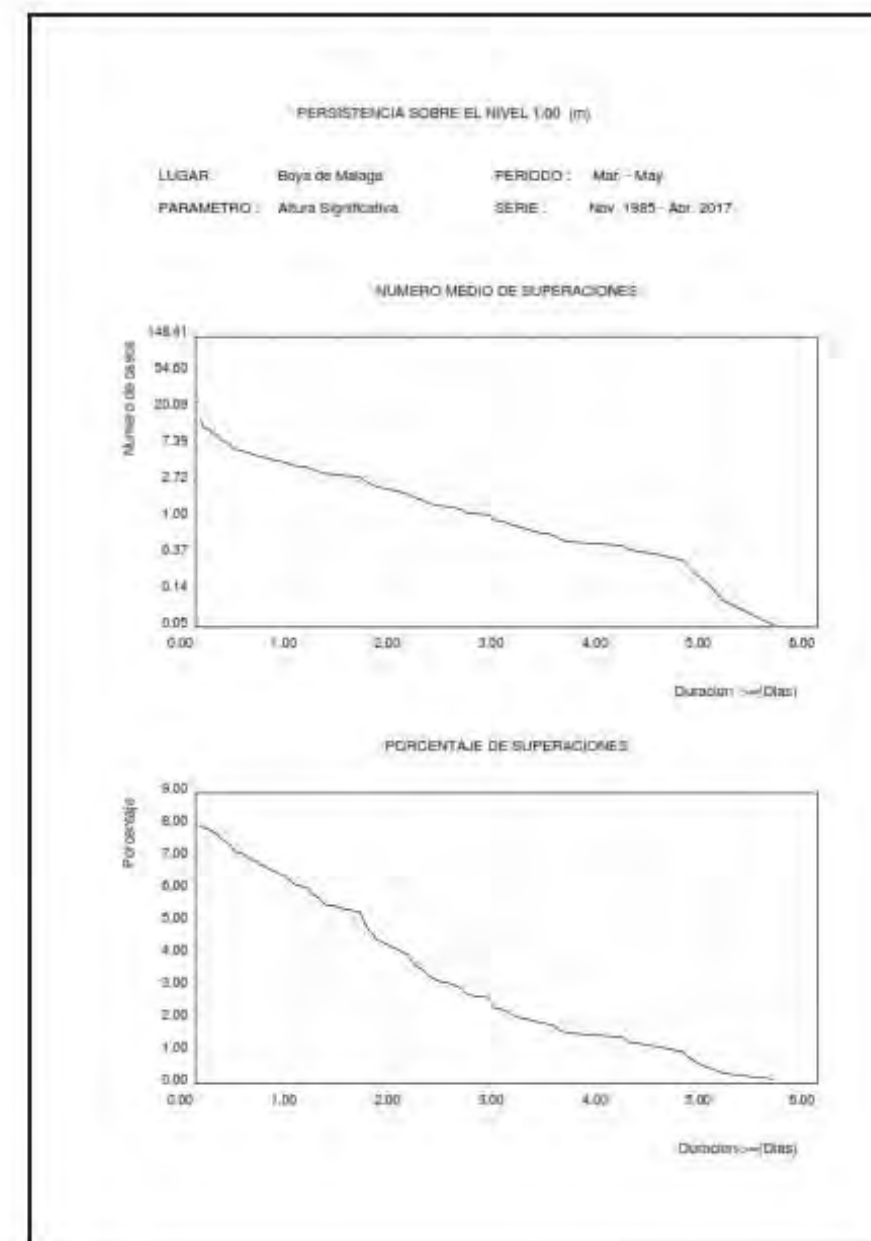
43

#### 3.18. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (m) ESTACIONAL



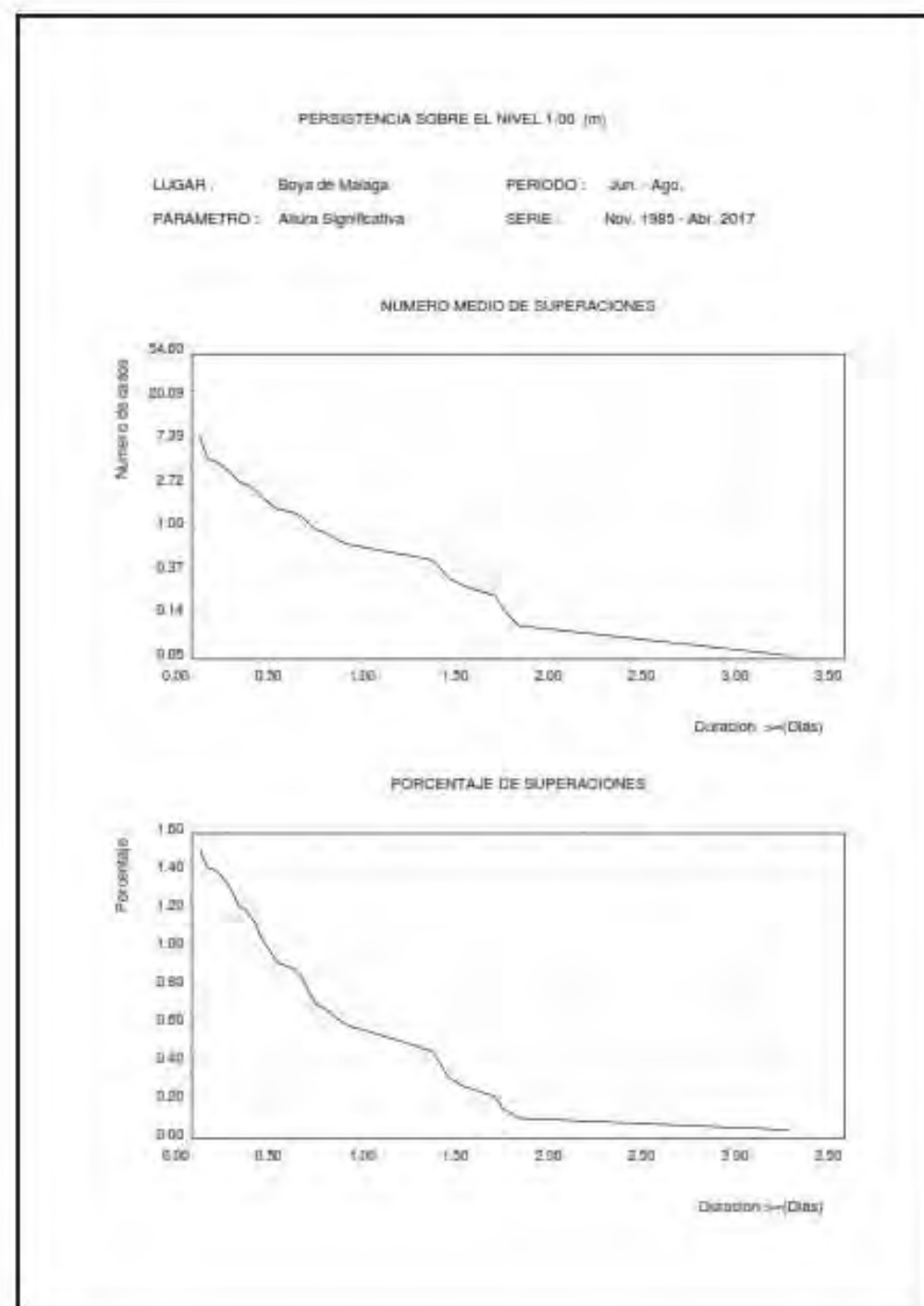
### 3 BOYA DE MÁLAGA

44



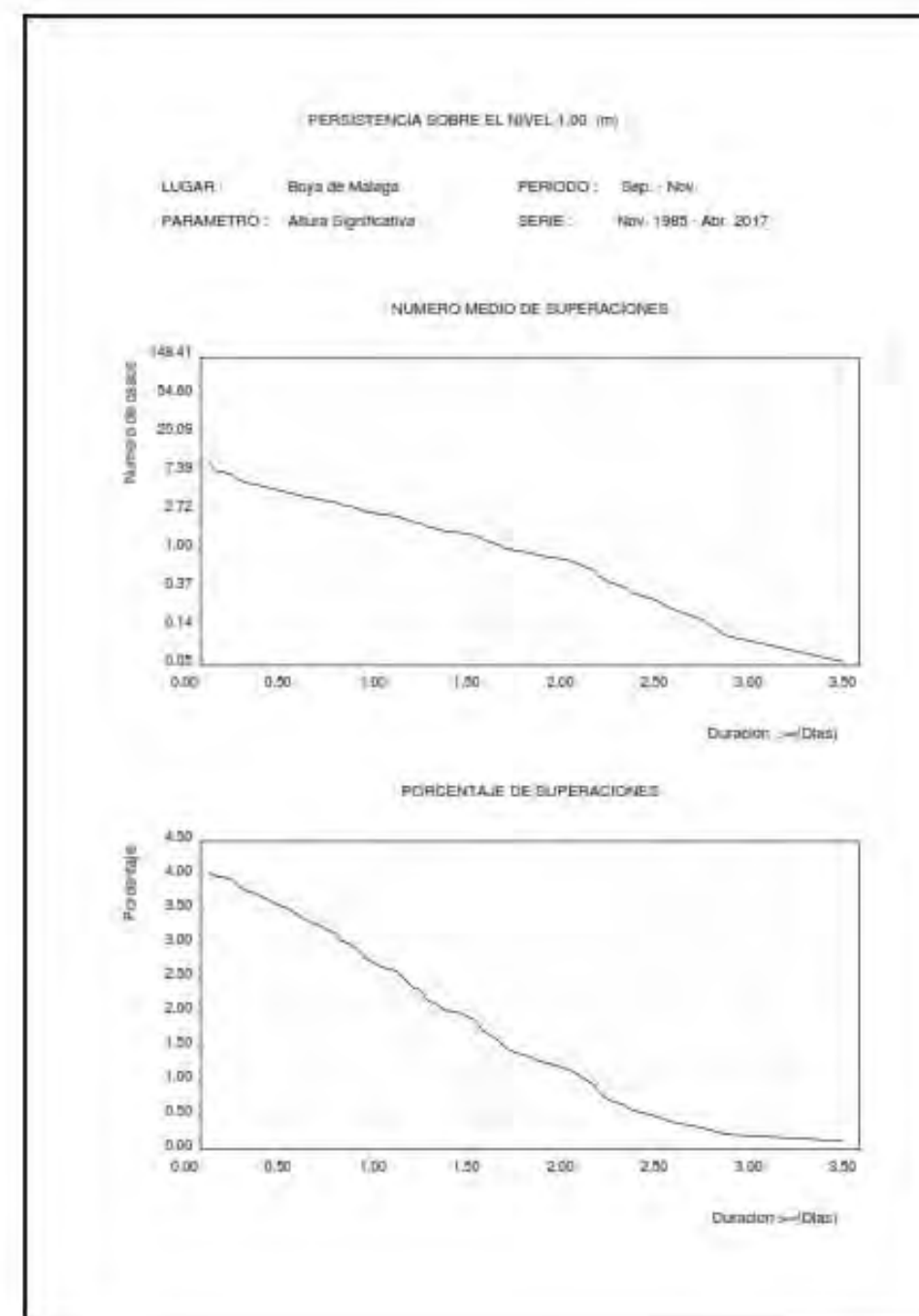
### 3 BOYA DE MÁLAGA

45



### 3 BOYA DE MÁLAGA

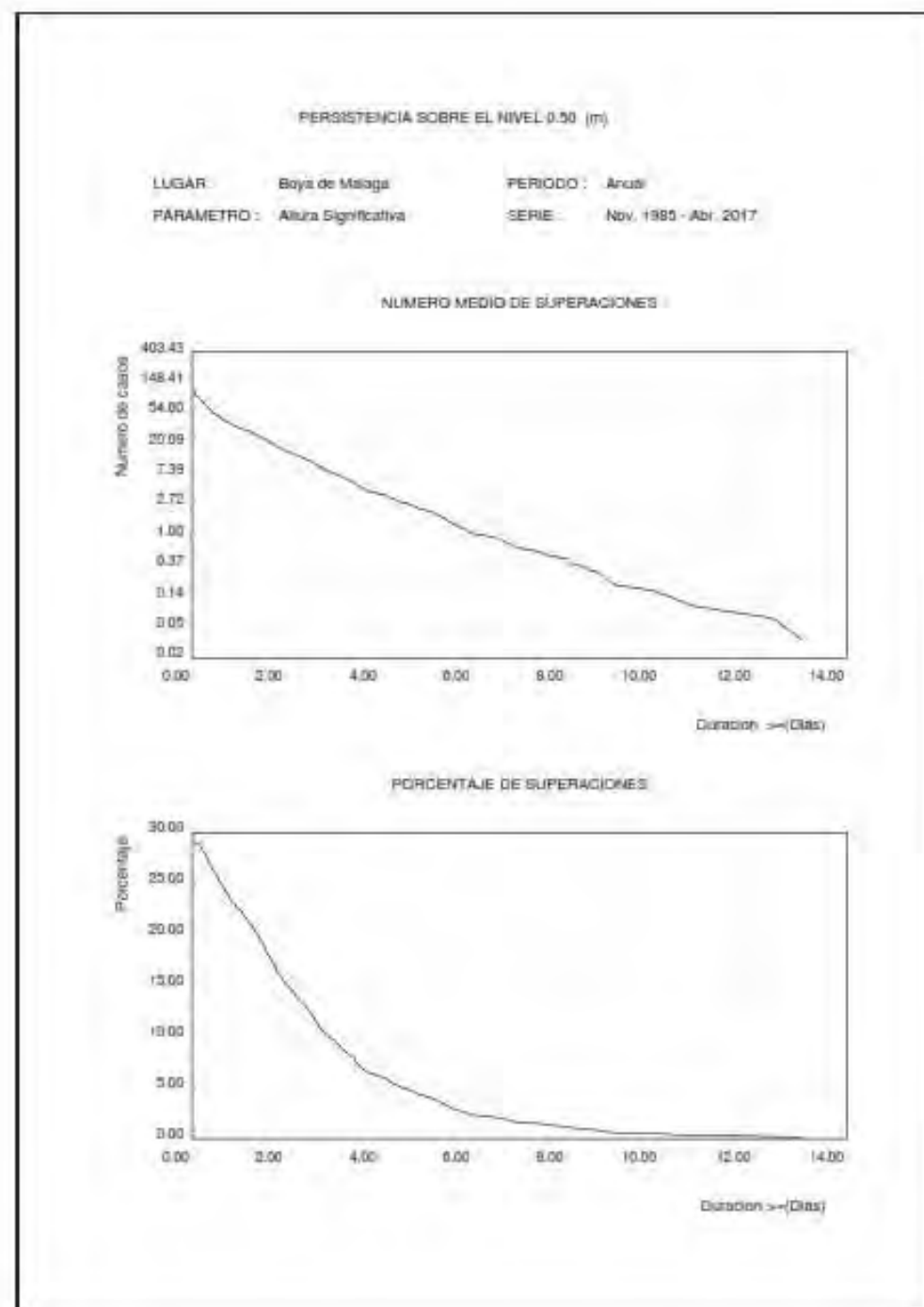
46



### 3 BOYA DE MÁLAGA

17

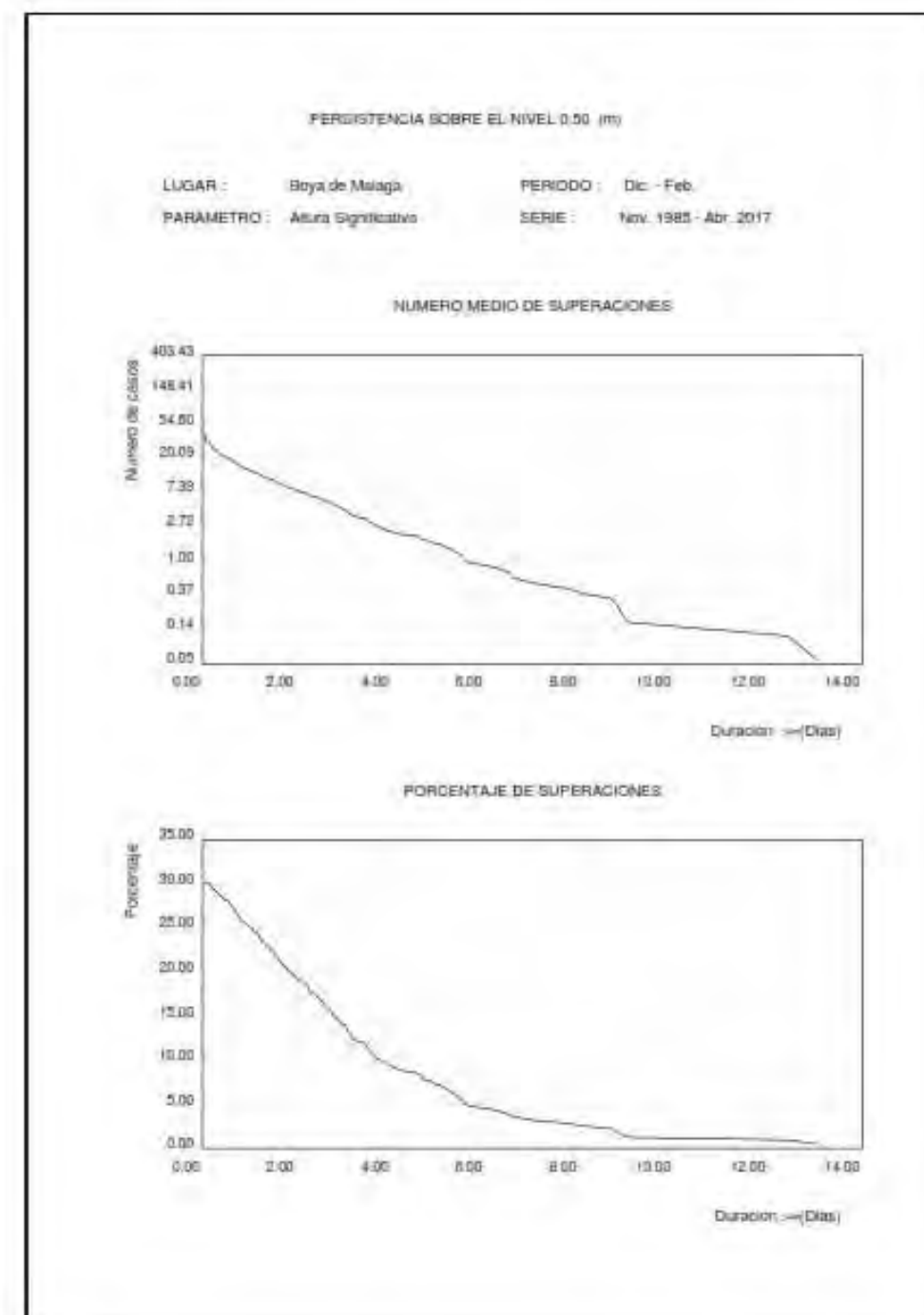
#### 3.19. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (m) ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

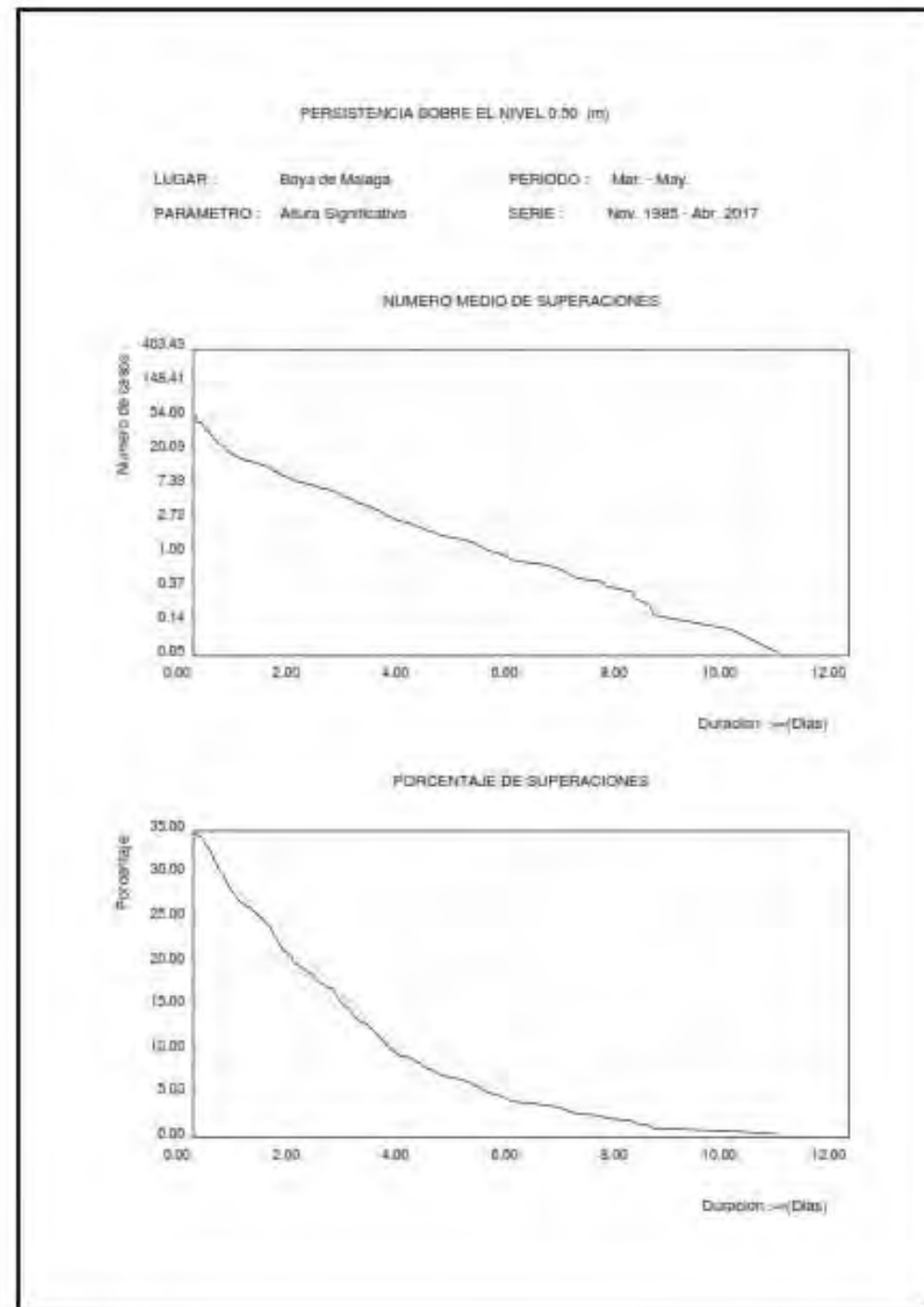
18

#### 3.20. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (m) ESTACIONAL



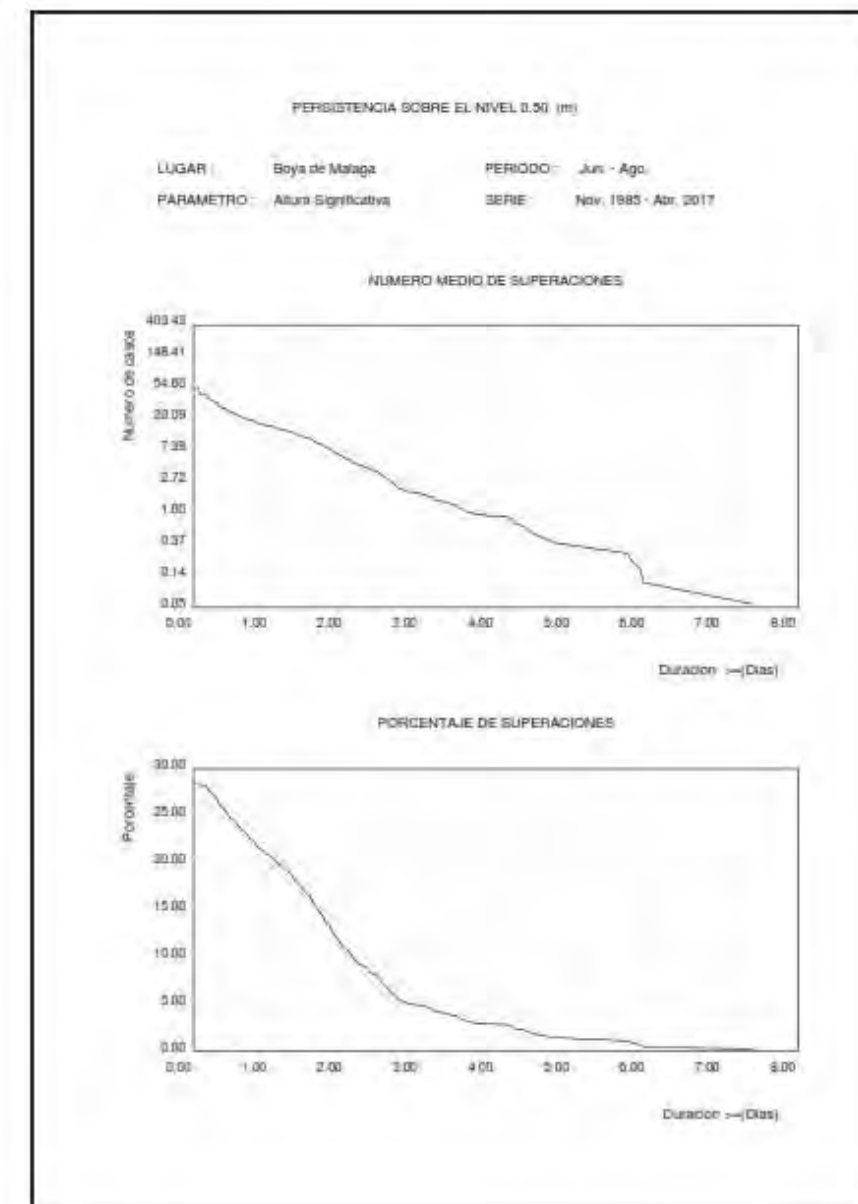
### 3 BOYA DE MÁLAGA

40



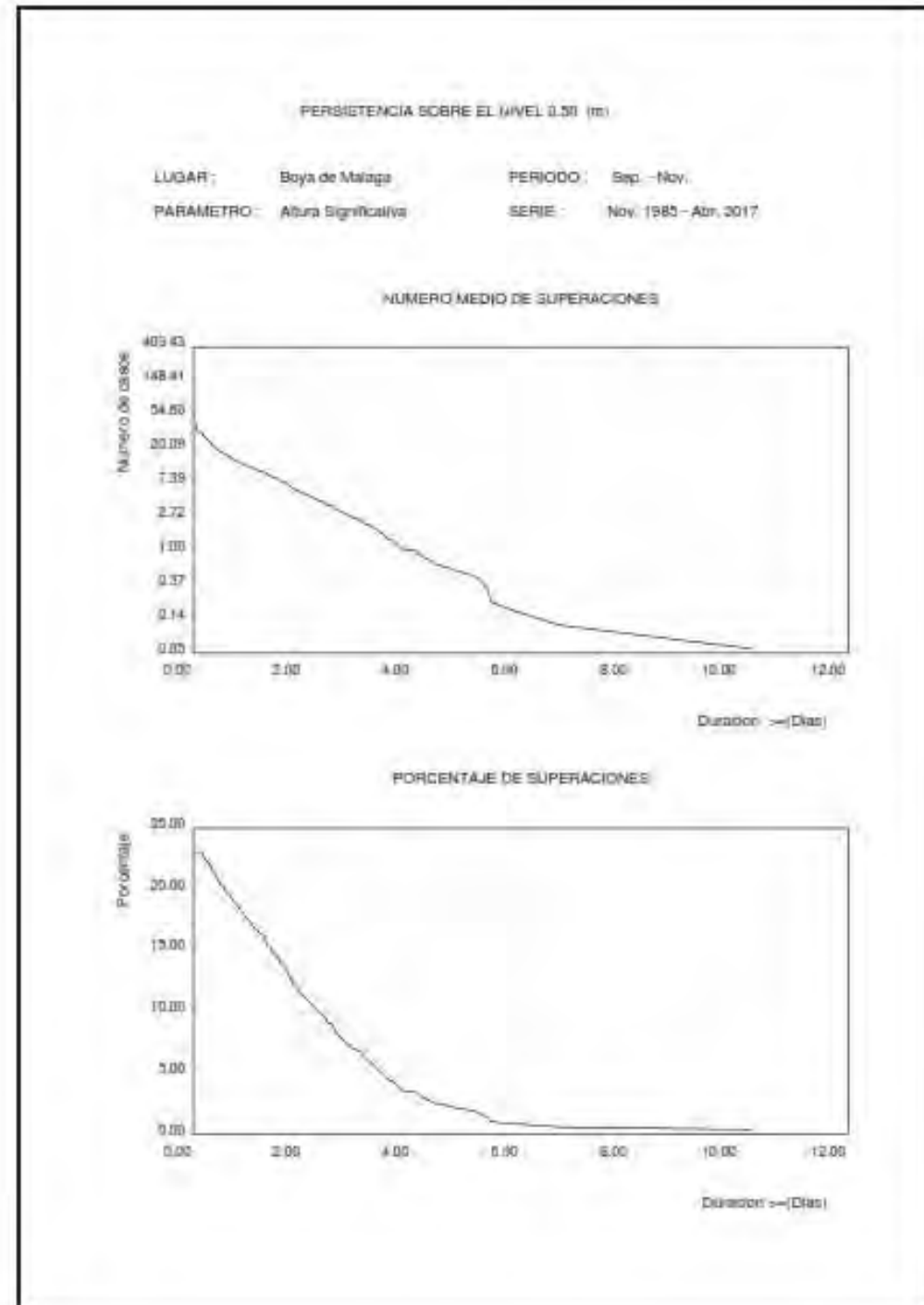
### 3 BOYA DE MÁLAGA

50



3 BOYA DE MÁLAGA

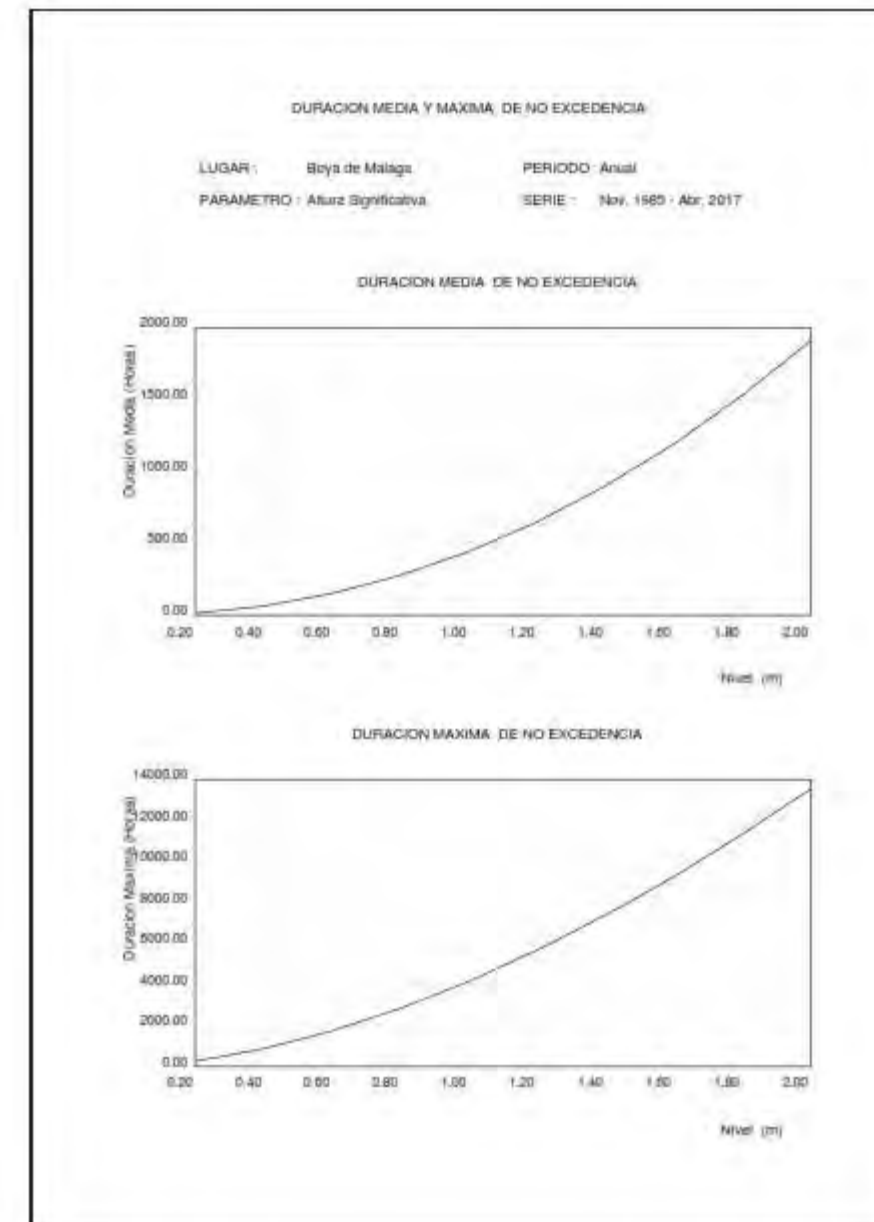
51



3 BOYA DE MÁLAGA

52

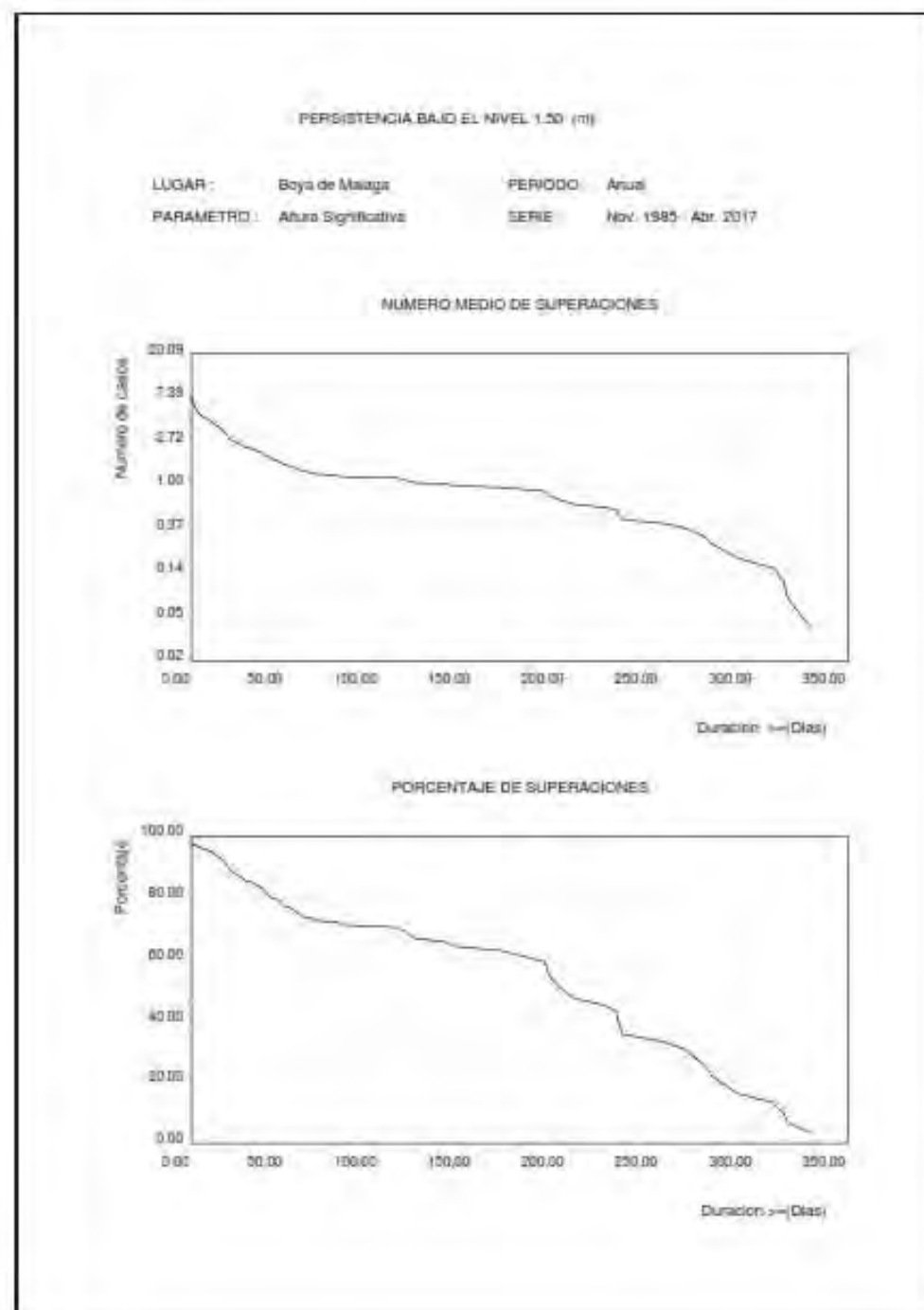
3.21. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

53

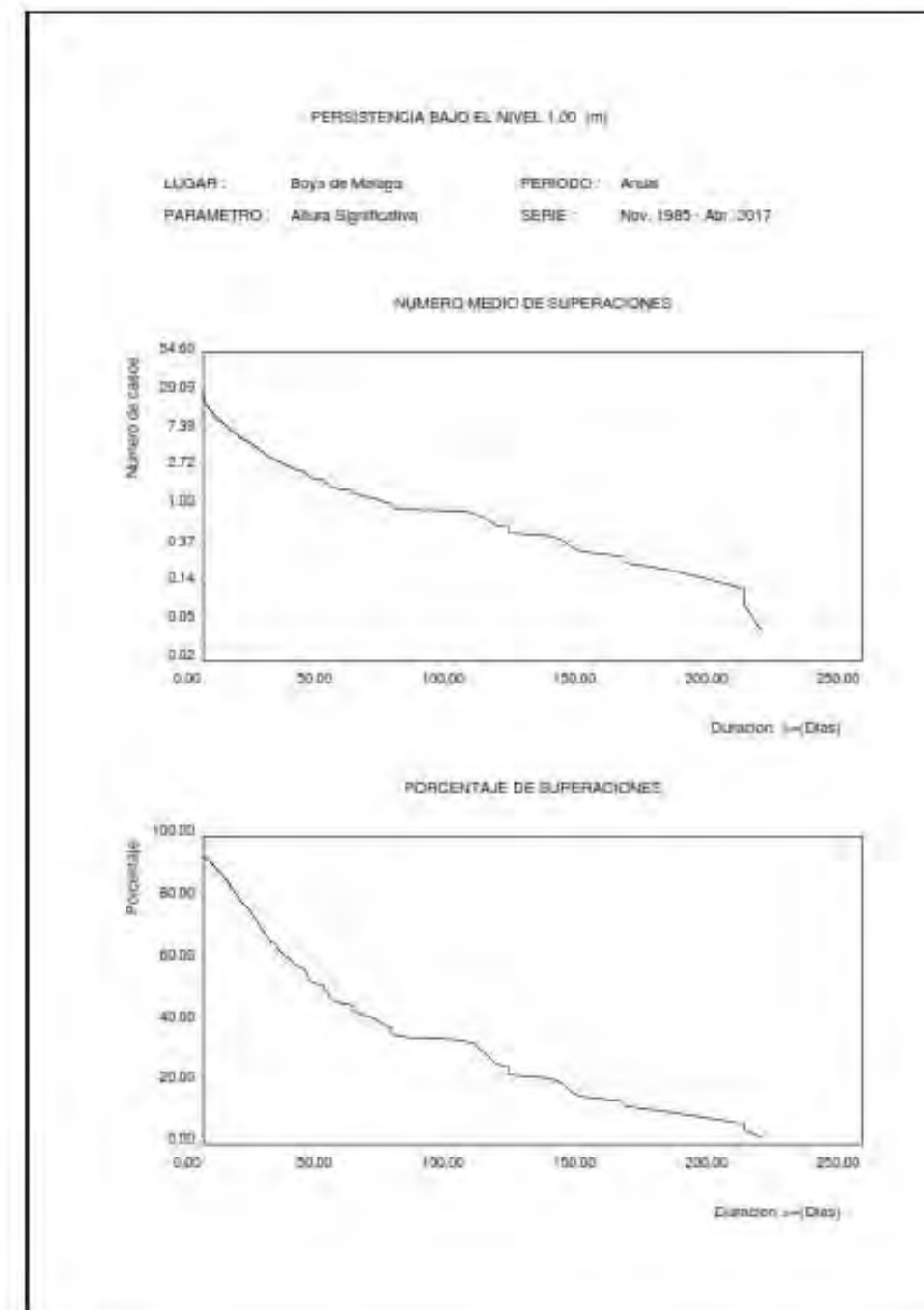
#### 3.22. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1.5 (M) ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

54

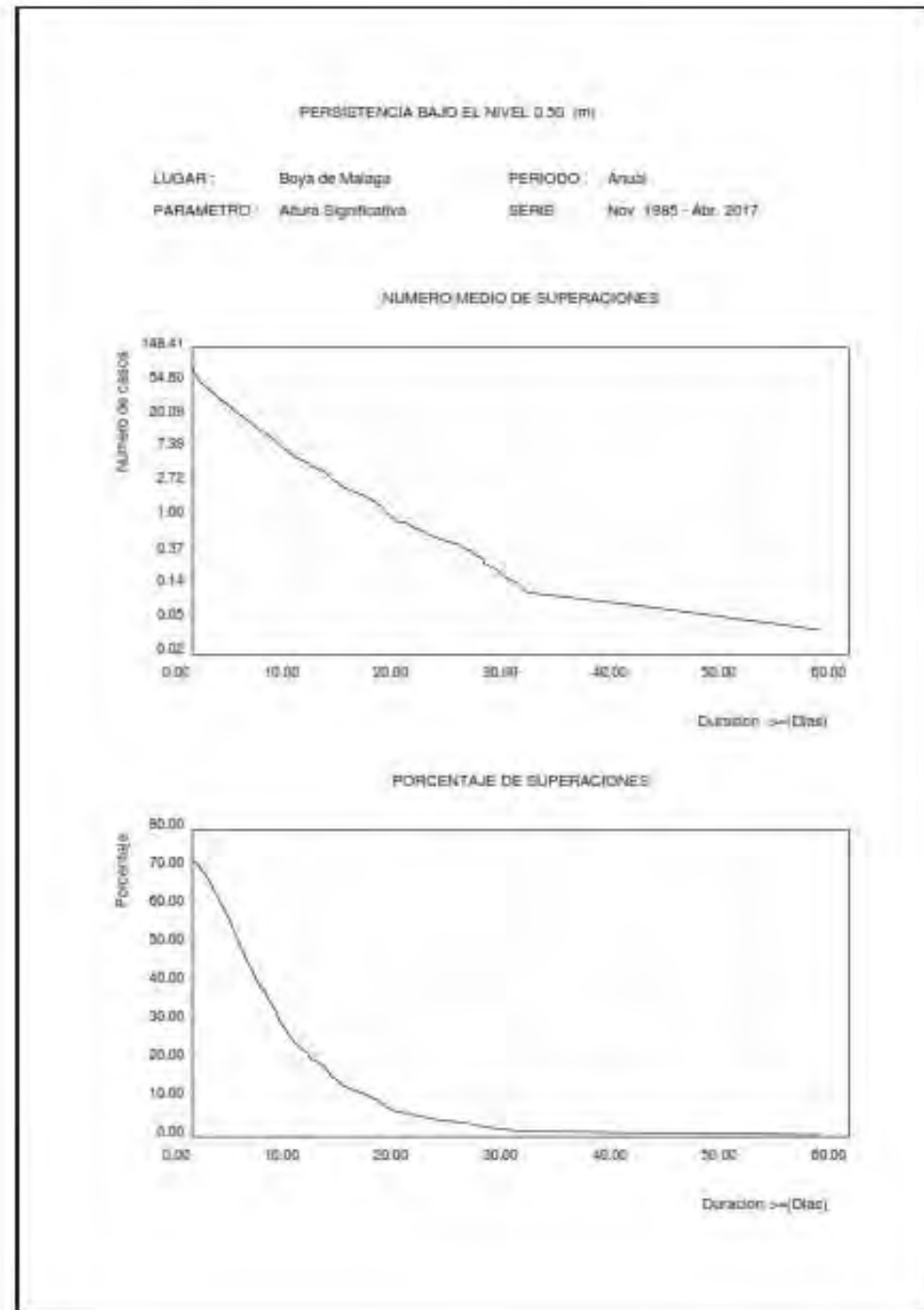
#### 3.23. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1.0 (M) ANUAL



### 3 BOYA DE MÁLAGA

55

#### 3.24. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 0,5 (M) ANUAL



## 48



## EXTREMOS MÁXIMOS DE OLEAJE POR DIRECCIONES ( ALTURA SIGNIFICANTE )

### BOYA DE MÁLAGA

CÓDIGO B.D.	1514
PERIODO	2010 - 2017
LONGITUD	-4.415 E
LATITUD	36.602 N
PROFUNDIDAD	22 m

### BANCO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS DE PUERTOS DEL ESTADO

#### NOTA:

El presente documento ha sido elaborado utilizando datos procedentes del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado.

Los datos utilizados proceden tanto de las Redes de Medida como de los Modelos con los que cuenta Puertos del Estado. Dichos datos han sido almacenados tras aplicar controles de calidad y procesos de validación que garantizan la mayor fiabilidad posible.

Para su elaboración no ha sido tomada en cuenta la posible existencia de variaciones en el nivel medio del mar a largo plazo.

Los resultados contenidos en este documento tienen carácter consultivo u orientativo, por lo que en ningún caso Puertos del Estado se hará valedor o responsable de las consecuencias que se pudieran derivar de su uso.

## Índice

1. Conceptos y Fórmulas Útiles	4
1.1. Régimen Extremal	4
1.2. Temporal. Picos sobre un Umbral	4
1.3. Probabilidad Anual de Excedencia	5
1.4. Periodo de Retorno	5
1.5. Vida Útil y Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño	6
1.6. Altura Significante y Periodo de Pico en situación de temporal	7
2. Utilizando la Información de las tablas.	7
3. Resultados Escalares.	9
4. Resultados por Direcciones.	10
4.1. Direcciones Dominantes: Rosa de ALTURA SIGNIFICANTE	10
4.2. Sector Direccional E	11
4.3. Sector Direccional SE	12

## 1. Conceptos y Fórmulas Útiles

### 1.1. Régimen Extremal

La seguridad y la operatividad de una instalación en la costa puede estar condicionada por la acción del oleaje en situación de temporal. Es decir, en situaciones donde la altura del oleaje alcanza una intensidad poco frecuente.

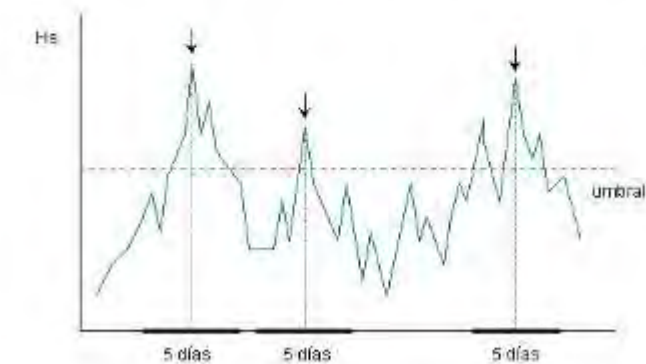
Con el fin de acotar el riesgo que corre una instalación, debido a la acción del oleaje, es necesario tener una estimación de la frecuencia o probabilidad con la que se presentan temporales que superen una cierta Altura Significante de ola.

Un régimen extremal de oleaje, es precisamente, un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de riesgo.

### 1.2. Temporal. Picos sobre un Umbral

En este informe se denomina temporal a aquella situación durante la cual la altura del oleaje supera un cierto umbral. Se supone, además, que el tiempo mínimo que transcurre entre la aparición de dos temporales independientes es de 5 días.

Un temporal queda representado por el pico o valor máximo de altura alcanzado por el oleaje durante un periodo de 5 días.



El método de selección de temporales descrito se conoce como POT (Peak Over Threshold). La figura superior ilustra como se realiza la selección de los valores de

altura que representan el comportamiento extremal de una serie.

### 1.3. Probabilidad Anual de Excedencia

La probabilidad de que el **mayor** temporal ocurrido en **un año** tenga una Altura Significante **superior** a un cierto valor  $H_a$  establecido está dado por la expresión:

$$P_a(x) = 1 - e^{-\lambda(1 - F_w(H_a))}$$

Donde " $\lambda$ ," el número medio de temporales ocurridos en un año, y  $F_w$  es la distribución Weibull de excedencias cuya expresión es:

$$F_w(H_a) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{H_a - \alpha}{\beta}\right)^\gamma\right)$$

Los valores de los parámetros  $\lambda$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  se proporcionan en la sección de resultados.

### 1.4. Período de Retorno

El número de años que **en promedio** transcurren entre temporales que superen un cierto valor de Altura Significante  $H_r$ , se denomina Período de Retorno  $T_r$  asociado a la Altura de Retorno  $H_r$ .

La relación entre  $T_r$  y  $H_r$  está dada por la siguiente expresión:

$$T_r = \frac{1}{P_a(H_r)}$$

Donde  $P_a$  es la Probabilidad Anual de Excedencia. Sustituyendo  $P_a$  por su expresión se obtiene la siguiente relación aproximada válida para valores de  $T_r$  superiores a 10 años:

$$H_r = \beta(-\ln(\frac{1}{\lambda T_r}))^{\frac{1}{\gamma}} + \alpha$$

El Período de Retorno es un modo intuitivo de evaluar como de "raro" o poco frecuente es un suceso. No obstante, es muy importante recordar que  $T_r$  es un **tiempo promedio**. De hecho, de modo general, la probabilidad de que la Altura de Retorno  $H_r$  asociada al Período de Retorno  $T_r$  se supere antes de  $T_r$  años tiende al valor 0,64.

### 1.5. Vida Útil y Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño.

Para garantizar un cierto nivel de seguridad en una obra expuesta a la acción del oleaje es necesario proyectarla de modo que esté acotada la probabilidad de que, durante un tiempo predeterminado, pueda fallar por excedencia de la Altura de Diseño. La especificación del grado de seguridad conduce a los siguientes conceptos:

- **Altura de Diseño**. Al proyectar una obra se dimensiona de modo que sea capaz de soportar la acción de temporales con altura menor o igual a la Altura de Diseño.
- **Vida Útil**. La Vida Útil de un proyecto es el periodo de tiempo durante el cual es necesario garantizar la permanencia en servicio de una instalación. En el caso de una obra en ejecución, la vida útil es el tiempo esperado para el desarrollo de la obra.
- **Probabilidad de Excedencia**. Es la probabilidad de que al menos un temporal supere la Altura de Diseño dentro del tiempo de Vida Útil.

La determinación de la Altura de Diseño, y por tanto, el nivel de seguridad, se realiza especificando el valor admisible de la Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño durante el tiempo de Vida Útil. A su vez la Vida Útil y la Probabilidad de Excedencia admisible se determinan en función de los costos económicos y sociales de un posible fallo.

La Probabilidad de Excedencia  $P_L$  de la Altura de Diseño  $H_d$  en una Vida Útil de  $L$  años viene dada por la relación:

$$P_L(H_d) = 1 - (1 - P_a(H_d))^L$$

El Período de Retorno  $T_r$  asociado a la altura de diseño  $H_d$  está ligado a la Probabilidad de Excedencia en una Vida Útil de  $L$  años a través de la siguiente relación:

$$T_r = -\frac{L}{\ln(1 - P_L)}$$

### 1.6. Altura Significante y Periodo de Pico en situación de temporal.

En este trabajo se ha supuesto que la Altura Significante caracteriza de modo principal la severidad de un temporal. No obstante, la acción de un temporal sobre una estructura también depende del Periodo del Oleaje.

Por ello, una vez seleccionados los picos de temporal se establece una relación empírica entre el Periodo de Pico y la Altura Significante del oleaje ajustando por mínimos cuadrados una relación del tipo:

$$E(T_p) = a H_s^b$$

Donde  $E(T_p)$  es el Valor Esperado o probable del Periodo de Pico para el pico de un temporal de altura significativa  $H_s$ .

## 2. Utilizando la Información de las tablas.

De modo general este informe la información se organiza en dos bloques. En primer lugar se muestra el resultado del modelo extremal ajustado para la serie escalar completa. Esto significa que para el ajuste no se han tenido en cuenta las direcciones asociadas a los extremos medidos. A continuación se muestran los resultados de modelo extremal ajustado para cada una de las direcciones más relevantes observadas en la serie histórica. Para complementar este capítulo se acompaña de la rosa de altura significativa.

Es importante tener en consideración que en algunos casos la boya no dispuso de sensor direccional hasta tiempo después de su puesta en funcionamiento. En esas circunstancias el periodo de tiempo con el que se hace el ajuste extremal escalar y el direccional no coincidirán.

Los resultados del modelo extremal ajustado se condensan del siguiente modo:

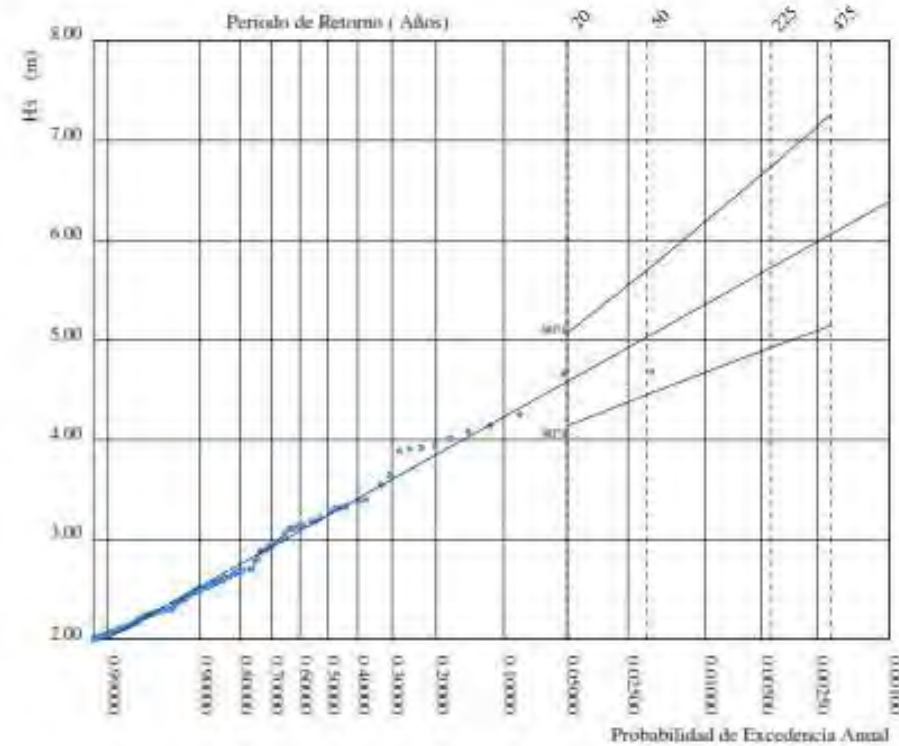
- Gráfico con el ajuste de los valores extremos a una distribución Weibull. En dicho gráfico se representa la siguiente información:
  - En eje de ordenadas se representa la altura de los temporales.
  - En eje de abscisas se representa la probabilidad anual de superación.
  - Los puntos dibujados representan la altura de los temporales observados.
  - La recta representa la función de distribución Weibull ajustada.
  - La intersección de las líneas verticales punteadas con la recta de ajuste determina las estímas centrales o alturas de retorno asociadas a diferentes periodos de retorno.

- La intersección de las líneas verticales con la banda superior permite valorar la incertidumbre existente al estimar las alturas de retorno.
- Tabla con resultados asociados a un conjunto de Periodos de Retorno de uso frecuente. Esta tabla incluye:
  - Lista de Periodos de Retorno.
  - Alturas de Retorno asociadas.
  - Bandas Superior de Confianza de las Alturas de Retorno.
  - Valor Esperado del Periodo de Pico para cada Alturas de Retorno.
  - Probabilidad de Excedencia de cada Altura de Retorno en una Vida Útil de 20 años.
  - Probabilidad de Excedencia de cada Altura de Retorno en una Vida Útil de 50 años.
- Parámetros  $\alpha$  (Alfa),  $\beta$  (Beta),  $\gamma$  (Gamma), y  $\lambda$  (Lambda) del modelo ajustado.
- Relación entre la Altura Significante de Ola y el Periodo de Pico.

### 3. Resultados Escalares.

#### REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR: Málaga  
PARÁMETRO: Altura Significante SERIE ANALIZADA: Nov. 1985 - Abr. 2017  
PROFUNDIDAD: 22.0



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	4.58	5.03	5.73	6.06
Banda Sup. 90% Hs	5.07	5.70	6.74	7.26
Valor Esperado de Tp (s)	9.16	9.44	9.85	10.03
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

#### Parámetros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parámetros de la	Alfa = 1.92
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.75
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	5.00	de Excedencias	Gamma = 1.20

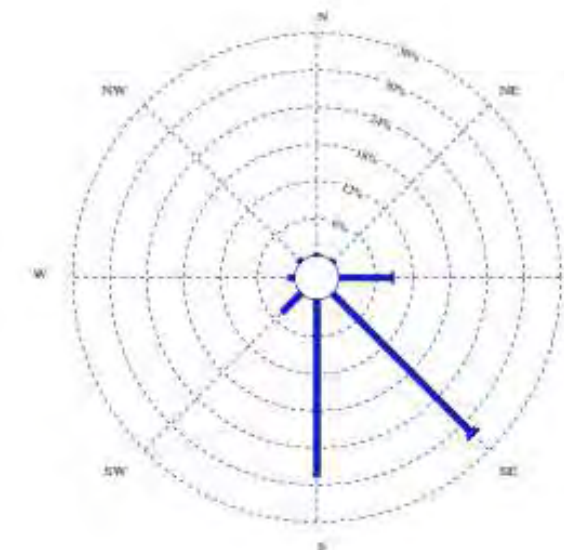
#### Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$T_p = 5.59 H_s^{0.32}$$

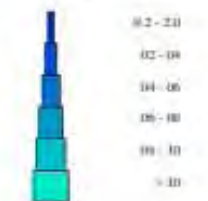
### 4. Resultados por Direcciones.

#### 4.1. Direcciones Dominantes: Rosa de ALTURA SIGNIFICANTE

LUGAR: Málaga PERIODO: Global  
CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia SERIE ANALIZADA: May. 2010 - Abr. 2017  
INTERVALO DE CALMAS: 0 - 0.2 PORCENTAJE DE CALMAS: 23.53 %



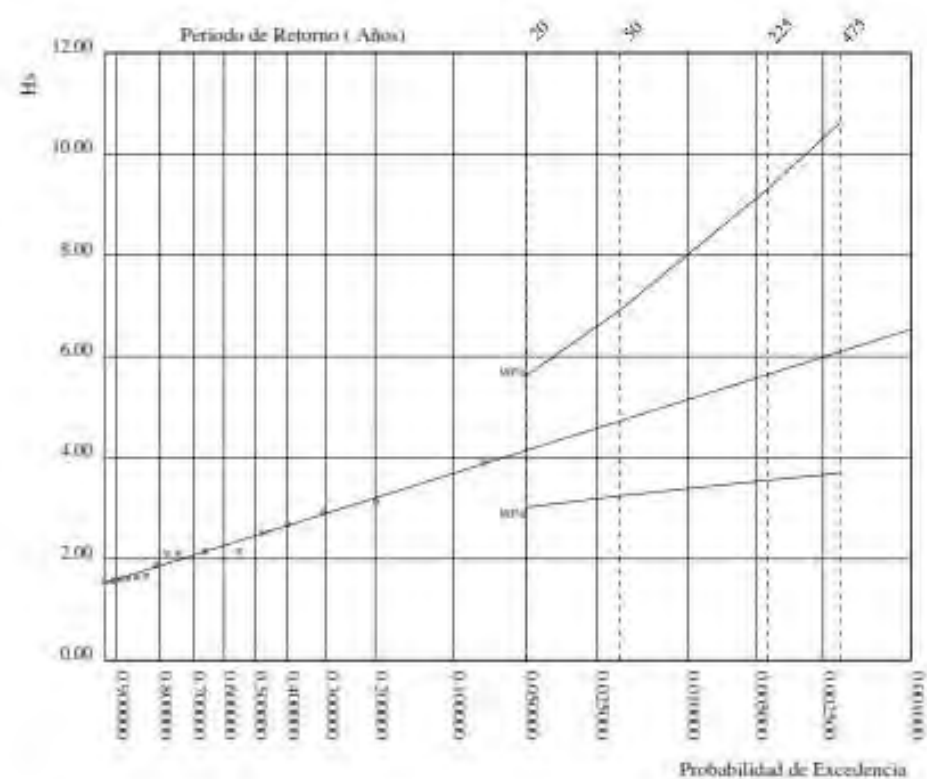
Altura Significante (m)



#### 4.2. Sector Direccional E

##### REGIMEN EXTREMAL DIRECCIONAL DE OLEAJE

LUGAR: Málaga  
PARÁMETRO: Altura Significante  
PROFUNDIDAD: 22.0m  
SECTOR: E (67.5-112.5)  
SERIE ANALIZADA: May. 2010 - Abr. 2017



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	4.14	4.72	5.64	6.09
Banda Sup. 90% Hs	5.61	6.90	9.30	10.61
Valor Esperado de Tp (s)	8.58	8.97	9.34	9.80
Prob. de Exc. en 20 Años	0.63	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.63	0.20	0.10

##### Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	1.50 (m)	Parametros de la	Alfa = 1.46
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.75
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	2.66	de Excedencias	Gamma = 1.08

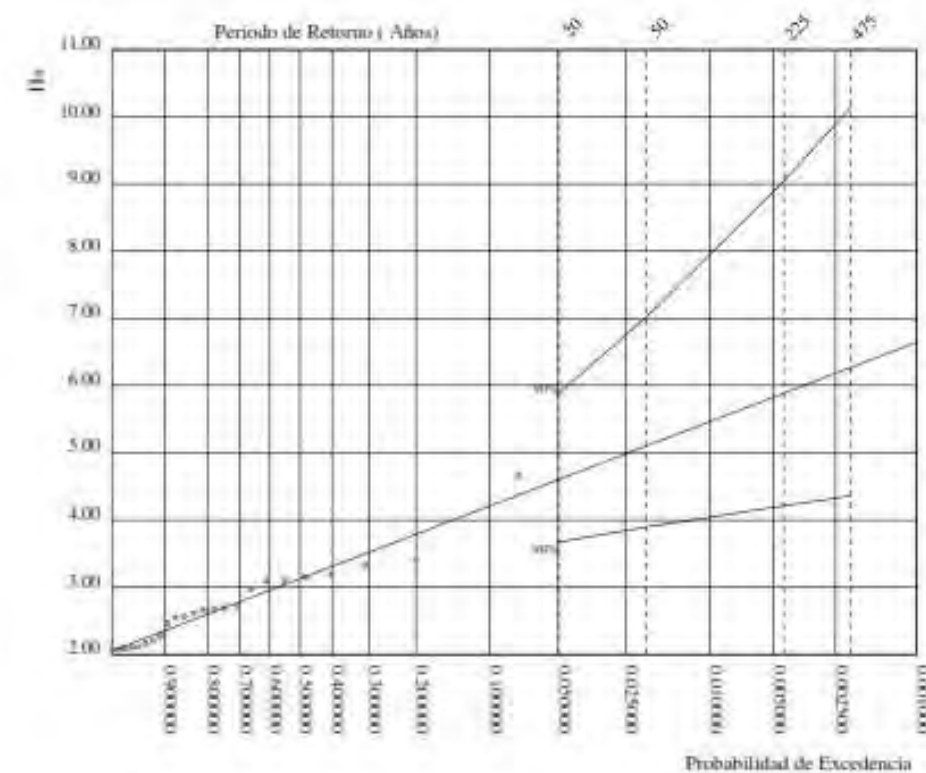
##### Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 5.26 Hs^{0.34}$$

#### 4.3. Sector Direccional SE

##### REGIMEN EXTREMAL DIRECCIONAL DE OLEAJE

LUGAR: Málaga  
PARÁMETRO: Altura Significante  
PROFUNDIDAD: 22.0m  
SECTOR: SE (112.5-157.5)  
SERIE ANALIZADA: May. 2010 - Abr. 2017



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	4.60	5.10	5.89	6.27
Banda Sup. 90% Hs	5.89	7.01	9.04	10.14
Valor Esperado de Tp (s)	8.89	9.20	9.65	9.85
Prob. de Exc. en 20 Años	0.63	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.63	0.20	0.10

##### Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 2.01
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.72
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	3.55	de Excedencias	Gamma = 1.13

##### Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 5.36 Hs^{0.33}$$

APENDICE 3: CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE MEDIO DEL PUNTO SIMAR 2025077



## CLIMA MEDIO DE OLEAJE

Nodo SIMAR 2025077

CONJUNTO DE DATOS: SIMAR

CODIGO B.D.	2025077	
LONGITUD	-4.917	E
LATITUD	36.417	N
PROFUNDIDAD	INDEFINIDA	

BANCO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS

DE PUERTOS DEL ESTADO

ÁREA DE MEDIO FÍSICO

www.puertos.es

INDICE 2

### Índice

1. Metodología	3
1.1. Régimen Medio	3
1.2. Análisis de Duraciones de Excesencia	5
1.3. Caracterización Estadística Complementaria	7
2. Conjunto de datos SIMAR	8
3. Nodo SIMAR 2025077	12
3.1. TABLAS Hs-Tp ANUAL	13
3.2. TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL	14
3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL	18
3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL	19
3.5. TABLAS Hs - DIR. ANUAL	23
3.6. TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL	24
3.7. REGIMEN MEDIO DE Hs ANUAL	28
3.8. REGIMEN MEDIO DE Hs ESTACIONAL	29
3.9. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ANUAL	31
3.10. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.	34
3.11. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.	37
3.12. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO.	39
3.13. REGIMEN MEDIO DE Hs POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.	41

<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
3.14. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE Hs ANUAL	44
3.15. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE Hs ESTACIONAL	45
3.16. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ANUAL	49
3.17. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL	50
3.18. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ANUAL	54
3.19. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ESTACIONAL	55
3.20. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ANUAL	59
3.21. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ESTACIONAL	60
3.22. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE Hs ANUAL	64
3.23. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE Hs ESTACIONAL	65
3.24. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.5 (M) ANUAL	69
3.25. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.5 (M) ESTACIONAL	70
3.26. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.0 (M) ANUAL	74
3.27. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 1.0 (M) ESTACIONAL	75
3.28. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 0.5 (M) ANUAL	79
3.29. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 0.5 (M) ESTACIONAL	80

## 1 METODOLOGÍA 4

### 1. Metodología

#### 1.1. Régimen Medio

Se puede definir como régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar.

Si representáramos los datos en forma de histograma no acumulado, el régimen medio vendría definido por aquella banda de datos en la que se contiene la masa de probabilidad que hay entorno al máximo del histograma.

El régimen medio se describe, habitualmente, mediante una distribución teórica que ajusta dicha zona media o central del histograma. Es decir, no todos los datos participan en el proceso de estimación de los parámetros de la distribución teórica, sólo lo hacen aquellos datos cuyos valores de presentación caen en la zona media del histograma.

La distribución elegida para describir el régimen medio de las series de oleaje es *Weibull* cuya expresión es la siguiente:

$$P_r(r) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{r-B}{A}\right)^C\right)$$

El parámetro B es conocido como parámetro de centrado y su valor ha de ser menor que el menor de los valores justados; A es el parámetro de escala y ha de ser mayor que B, y finalmente; C es el parámetro de forma y suele moverse entre 0.5 y 3.5.

El régimen medio, generalmente, suele representarse de una forma gráfica mediante un histograma acumulado y el correspondiente ajuste teórico, todo ello en una escala especial en la cual *Weibull* aparece representada como una recta.

Ajustar los datos a una distribución teórica, en vez de utilizar el histograma permite obtener una expresión compacta que suaviza e interpola la información proporcionada por el histograma.

El régimen medio está directamente relacionado con lo que se denominan condiciones medias de operatividad. Es decir, caracteriza el comportamiento probabilístico del régimen de oleaje en el que por término medio se va a desenvolver una determinada actividad influida por uno de estos agentes.

En este informe se presenta el régimen medio siguiendo diferentes criterios de selección o agrupación de los datos. En primer lugar, se presenta el régimen

## I METODOLOGÍA

5

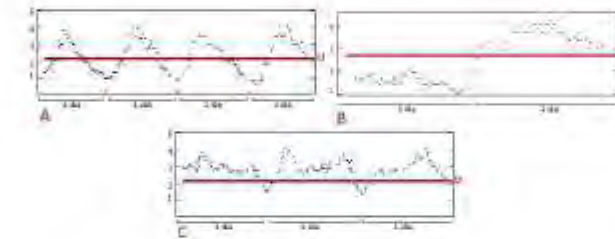
medio sobre la totalidad de los años completos registrados, seguidamente se presentan los regímenes medios estimados sobre los datos agrupados por estaciones climáticas y, finalmente, y de modo opcional, los regímenes medios para los datos agrupados por direcciones.

## I METODOLOGÍA

6

### 1.2. Análisis de Duraciones de Excedencia.

Los gráficos A y B muestran dos hipotéticas series de altura significativa o viento en las cuales la probabilidad de que se supere el umbral  $U$  es, en ambos casos, 0.5. Si  $U$  fuera el umbral a partir del cual cierta actividad tubiera que cesar, (p.ej. la actividad de un sistema de dragado), se tendría que, en ambos casos, el rendimiento teórico de dicha actividad sería del 50%. No obstante, el modo en que se agruparían en cada caso los tiempos de trabajo y de interrupción serían muy diferentes. Así, mientras que en el primer caso no se tendrían paradas de más de 1/2 día, en el segundo se tendría un cese total de actividad de 1 día de duración.



La diferencia entre ambas series viene marcada por la diferente persistencia con la que el oleaje/viento se mantiene por encima o por debajo de un cierto umbral de intensidad. Dicho de otro modo, por el diferente comportamiento de la duración de las *excedencias* de los estados de mar/viento, donde se entiende por *excedencia* el periodo de tiempo que la altura del oleaje/intensidad de viento se mantiene por encima de una cierto valor de corte.

En la figura C se representa una hipotética serie de Hs/viento, la cual, según la anterior definición muestra 3 excedencias sobre  $U$  de aproximadamente un día de duración cada una. No obstante, los periodos de tiempo que median entre las diferentes excedencias, y en los cuales la velocidad cae por debajo de  $U$  son muy cortos, del orden de 1 hora. Por tanto, si se está estudiando el máximo tiempo que una draga permanecerá inactiva por efecto del oleaje, se tiene que, a efectos prácticos, realmente existe una excedencia de 3 días de duración.

De lo dicho se concluye, que en el proceso de recuento de excedencias es conveniente considerar que reducciones repentinas de la intensidad del oleaje/viento, cuya duración es inferior a horas, no suponen, a efectos prácticos, un cese real del estado de mar/viento; esto es, no suponen el fin de la excedencia cuya duración se está estudiando.

Una vez que se ha definido un cierto nivel de corte, y se han localizado todas las excedencias por encima de dicho nivel, lo siguiente es ordenar las

## 1. METODOLOGÍA

7

excedencias en función de su duración. Una vez que se ha hecho esto se pueden contestar las siguientes preguntas:

- ¿ Cuáles son las duraciones medias, y máximas de las excedencias observadas por encima o debajo de un umbral ?
- ¿Cuál es el promedio anual o estacional de rachas cuya duración supere un cierto número de días ?
- ¿Cuál es el porcentaje de tiempo, sobre el tiempo total observado, ocupado por rachas de oleaje/viento cuya duración supere un cierto número de días ?

La primera pregunta puede responderse mediante los gráficos titulados *Duración Media y Máxima de Excedencias* presentes en este informe. Estas muestran la evolución de dichas magnitudes para distintos niveles de corte.

Las otras dos preguntas pueden responderse mediante las gráficas mostradas en el apartado que lleva por título *Persistencias*. La gráfica superior, denominada *Número Medio de Superaciones*, presenta en el eje de abscisas el número de días y en ordenadas el promedio de veces que las excedencias han tenido una duración mayor o igual a dicho periodo de tiempo. El gráfico inferior, titulado *Porcentaje de Superaciones*, intenta responder a la tercera pregunta. En este gráfico el eje de ordenadas muestra el porcentaje total de tiempo ocupado por excedencias que han superado un cierto número de días. Los resultados se muestran para diferentes umbrales, sobre la totalidad de los años registrados.

## 1. METODOLOGÍA

8

### 1.3. Caracterización Estadística Complementaria.

La caracterización estadística del oleaje/viento, a medio plazo, ofrecida en el presente informe se completa con una descripción estadística de la serie de alturas, periodos y direcciones (cuando existen datos direccionales) del oleaje: o, si corresponde, de la serie de intensidad de viento y su dirección.

Para el oleaje se incluyen tres tipos de estadísticas: distribuciones conjuntas de altura y periodo, y cuando tenemos datos direccionales, rosas de oleaje y distribuciones conjuntas de altura y dirección de oleaje.

Las distribuciones conjuntas muestran histogramas y tablas de contingencia para los parámetros estudiados. Las tablas de contingencia permiten cruzar la información de forma sectorial.

En las rosas de oleaje se representan la altura y dirección del oleaje asociadas a su probabilidad de ocurrencia. El presente informe incluye rosas tanto para la serie total como para cada una de las estaciones.

De forma análoga, para los estudios de viento se muestran distribuciones conjuntas y rosas que cruzan la información de la intensidad y la dirección del viento.

## 2 CONJUNTO DE DATOS SIMAR

### 2. Conjunto de datos SIMAR

#### Procedencia y obtención del conjunto de datos

El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son por tanto datos sintéticos y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

Las series SIMAR surgen de la concatenación de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje con los que tradicionalmente ha contado Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. El objetivo es el de poder ofrecer series temporales más extensas en el tiempo y actualizadas diariamente. De este modo, el conjunto SIMAR ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad.

#### Subconjunto SIMAR-44

El conjunto SIMAR-44 es un resanálisis de alta resolución de atmósfera, nivel del mar y oleaje que cubre todo el entorno litoral español. La simulación de atmósfera y oleaje en la cuenca mediterránea fueron realizadas por Puertos del Estado en el marco del Proyecto Europeo HIPOCAS. Los datos de oleaje en el dominio atlántico y en el Estrecho de Gibraltar proceden de dos simulaciones análogas de viento y oleaje, una realizada por Puertos del Estado de forma independiente, y la otra llevada a cabo por el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) en el marco del proyecto VANIMEDAT-II.

Seguidamente se da una breve descripción del modo en que se ha generado cada uno de los agentes simulados.

#### Viento

Los datos de viento del Mediterráneo se han obtenido mediante el modelo atmosférico regional REMO forzado por datos del resanálisis global NCEP. Dicho resanálisis asimila datos instrumentales y de satélite. El modelo REMO se ha integrado utilizando una malla de 30' de longitud por 30' de latitud (aprox. 50Km\*50Km) con un paso de tiempo de 5 min. Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 m de altura sobre el nivel del mar.

Para la obtención de los datos de viento en el Atlántico y Estrecho de Gibraltar se ha utilizado el modelo RCA3.5 alimentado con los datos del resanálisis atmosférico global ERA-40. Estas simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, [www.aemet.es](http://www.aemet.es)) con una resolución de malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20Km por 20Km).

Debido a la resolución de las mallas utilizadas en los modelos REMO y RCA3.5 no permite modelar el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior a 50Km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de

## 2 CONJUNTO DE DATOS SIMAR

10

procesos convectivos de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral etc. De modo general será más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar.

#### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado en modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo. Para el área mediterránea se ha utilizado una malla de espaciamiento variable con una resolución de 15' de latitud x 15' de longitud (unos 25 Km x 25 Km) para el borde Este de la malla y de 7.5' de latitud x 7.5' de longitud (aproximadamente 12.5Km x 12.5Km) para el resto del área modelada. Por otro lado, para el área atlántica se ha utilizado una malla de espaciamiento variable que cubre todo el Atlántico Norte con una resolución de 30' latitud x 30' longitud para las zonas más alejadas de la Península Ibérica y de Canarias, aumenta a 15' de latitud x 15' de longitud al aproximarse. Para el entorno del Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y del Archipiélago Canario se han añadido a la malla principal mallas secundarias con una resolución que llega a los 5' de longitud x 5' de latitud. El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asombramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

#### Subconjunto WANA

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, [www.aemet.es](http://www.aemet.es)). No obstante, los datos WANA no son datos de predicción sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que para cada instante el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de los parámetros modelado y consistente con las observaciones realizadas. Es importante tener en cuenta que las series temporales de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues los modelos de viento y oleaje se van modificando de modo periódico para introducir mejoras. Estas mejoras han permitido, entre otras cosas, aumentar la resolución espacial y temporal de los datos a partir de los cuales se genera la información del conjunto WANA.

Seguidamente se da una breve descripción de los modelos numéricos utilizados para generar las series de viento y oleaje.

## 2 CONJUNTO DE DATOS SIMAR

11

### Viento

El modelo atmosférico utilizado para generar los campos de vientos es el HIRLAM, de AEMET. Este es un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático. Los datos de viento facilitados son 10 metros del altura sobre el nivel del mar. Los datos de viento no reproducen efectos geográficos ni procesos temporales de escalas inferiores a la resolución con la que se ha integrado el modelo de atmósfera. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc.

### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se han utilizado dos modelos: WAM y WaveWatch, alimentados por los campos de viento del modelo HIRLAM. Ambos son modelos espectrales de tercera generación que resuelven la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. La resolución espacial de los modelos varía dependiendo de la zona, ya que se han desarrollado aplicaciones específicas para diferentes áreas: Atlántico, Mediterráneo, Cantábrico, Cádiz, Canarias y Estrecho de Gibraltar. Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo. Es importante tener en cuenta, que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben de considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

### Precauciones de uso

El conjunto de datos SIMAR proporciona descripciones adecuadas en casi todas las zonas. No obstante es necesario tener cautela en las siguientes:

- De forma general se puede decir que los modelos tienden a subestimar los picos en las velocidades de viento y las alturas de ola en situaciones de temporal muy extremo. Se aconseja pues rodejar la magnitud aproximada del temporal con datos instrumentales de la zona.

- En el Sur del Archipiélago Canario pueden no reproducirse bien condiciones procedentes del Suroeste debido a la proximidad del límite del dominio de la malla que utiliza el modelo.

### Parámetros disponibles

- Velocidad Media del Viento (Promedio horario a 10 m. de altura)
- Dir. Media de Procedencia del Viento ( $0=N, 90=E$ )
- Altura Significante Espectral

## 2 CONJUNTO DE DATOS SIMAR

12

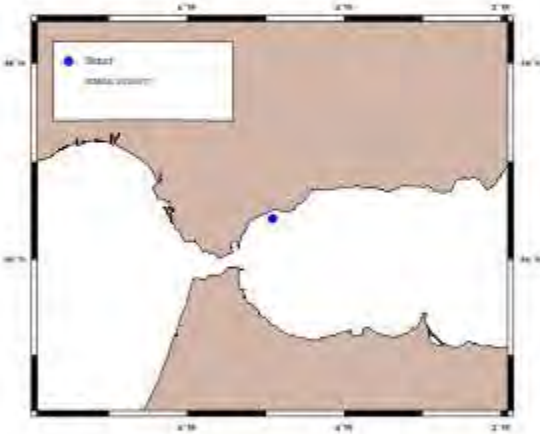
- Período Medio Espectral (Momentos 02)
- Período de Pico
- Dir. Media de Procedencia de Oleaje ( $0=N, 90=E$ )
- Altura Significante y Dirección Media de Mar de Viento
- Altura Significante, Período Medio y Dirección Media de Mar de Fondo

3 NODO SIMAR 2025077

13

3. Nodo SIMAR 2025077

Conjunto de Datos: Simar  
Nodo : SIMAR 2025077  
Longitud : -4.017 E  
Latitud : 36.417 N  
Profundidad : INDEFINIDA



3 NODO SIMAR 2025077

14

3.1. TABLAS Hs-Tp ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERÍODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

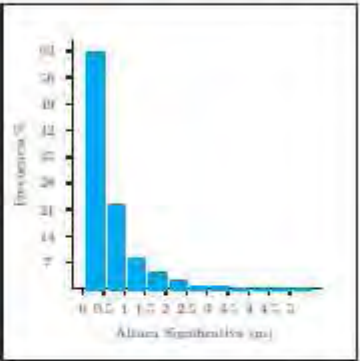
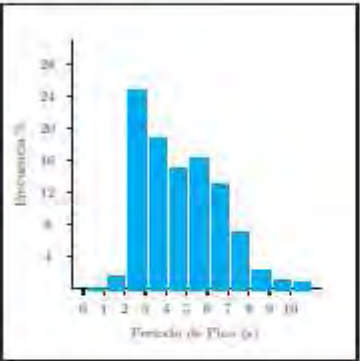


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	1.222	24.642	14.088	8.000	0.020	0.752	1.740	0.853	0.203	0.006	62.014
1.0	-	-	0.180	1.700	5.918	0.347	0.742	1.000	0.228	0.129	0.146	21.409
1.5	-	-	-	0.018	0.730	2.752	0.244	1.182	0.239	0.077	0.027	8.275
2.0	-	-	-	-	0.008	0.014	1.940	1.360	0.376	0.001	0.011	3.873
2.5	-	-	-	-	-	0.011	0.367	1.195	0.317	0.005	0.008	1.814
3.0	-	-	-	-	-	-	0.014	0.488	0.209	0.009	0.007	0.750
3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.210	0.008	0.010	0.380
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.001	0.024	0.010	0.142
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	0.000	0.008	0.028
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	0.010	0.018
≥ 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.010	0.011
Total	-	1.220	24.779	18.747	15.023	10.082	13.019	7.302	2.207	0.988	0.531	100.0

3 NODO SIMAR 2025077

15

### 3.2. TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERÍODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

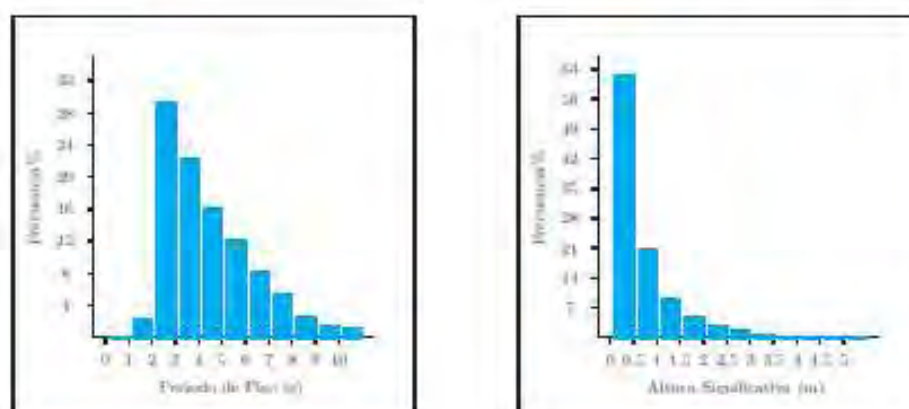


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)												Total
	< 1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
< 0.5	-	2.285	25.031	17.833	6.225	2.091	1.062	1.380	1.520	0.790	0.638	-	61.120
0.5	-	-	9.179	6.146	8.140	4.767	6.989	9.239	6.122	6.125	6.227	-	29.958
1.0	-	-	-	6.027	1.264	4.496	2.121	6.888	9.069	6.644	6.024	-	8.470
1.5	-	-	-	-	6.017	6.728	2.981	6.667	6.095	6.651	6.012	-	4.471
2.0	-	-	-	-	-	6.002	6.701	6.861	1.268	6.132	6.042	6.012	2.611
2.5	-	-	-	-	-	-	6.027	6.624	6.252	6.040	6.005	-	1.252
3.0	-	-	-	-	-	-	-	6.157	6.602	6.061	6.021	-	0.701
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.065	6.127	6.056	6.007	0.225
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.034	6.071	6.010	0.115
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.022	-	0.007
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.005	0.021
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.021
Total	-	2.285	25.031	22.100	17.888	12.100	6.201	7.880	7.370	1.269	1.017	-	101.9

3 NODO SIMAR 2025077

16

### TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERÍODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

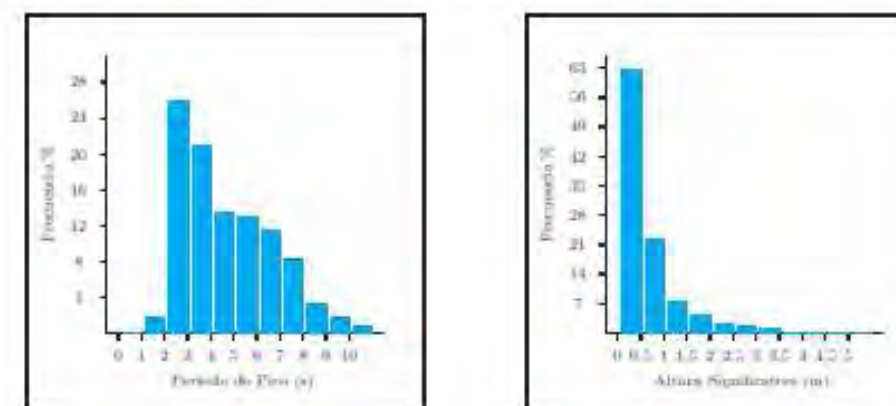


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)												Total
	< 1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
< 0.5	-	1.670	22.710	14.838	6.918	2.198	6.519	2.310	1.380	6.744	6.280	-	62.477
0.5	-	6.002	6.145	6.128	2.081	5.184	2.830	1.271	6.309	6.202	6.117	-	21.986
1.0	-	-	-	6.016	6.705	3.297	6.010	1.105	6.281	6.117	6.054	-	7.645
1.5	-	-	-	-	6.009	6.290	1.665	1.579	6.267	6.096	6.012	-	6.800
2.0	-	-	-	-	-	6.003	6.310	4.300	6.453	6.073	6.025	-	2.076
2.5	-	-	-	-	-	-	6.002	6.014	6.626	6.352	6.089	6.009	1.088
3.0	-	-	-	-	-	-	-	6.070	6.298	6.069	6.012	-	0.469
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.002	6.082	6.001	6.008	0.214
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.000	6.070	6.021	0.101
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.029	6.000	0.024
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.011	0.014
Total	-	1.677	22.855	21.032	14.280	12.051	11.358	9.280	6.395	1.539	6.910	-	101.9

### 3 NODO SIMAR 2025077

17

#### TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERÍODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

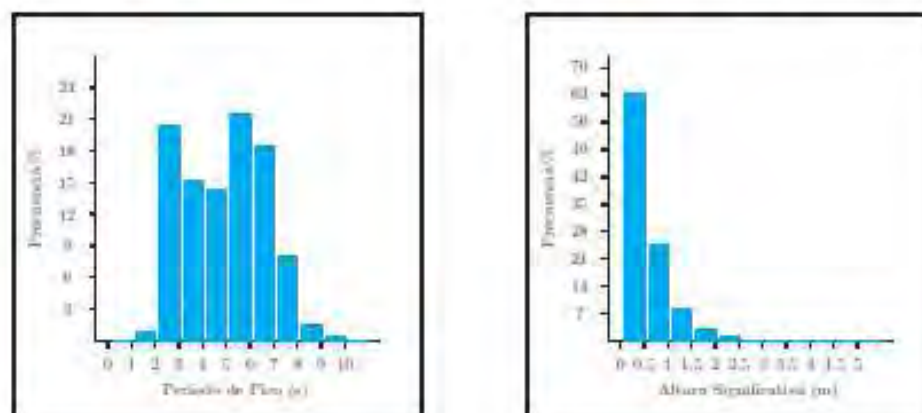


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.784	29.217	12.282	10.132	12.476	5.954	1.230	0.288	0.190	0.087	61.162
1.0	-	-	0.107	2.979	0.778	7.988	7.642	4.798	0.284	0.101	0.002	24.549
1.5	-	-	-	-	0.412	1.134	4.182	2.186	0.919	0.057	-	9.271
2.0	-	-	-	-	0.002	0.003	0.794	1.852	0.577	0.028	0.005	2.907
2.5	-	-	-	-	-	-	0.021	0.778	0.109	0.005	-	0.911
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.070	0.521	0.002	-	0.194
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.002	-	0.019
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	-	0.005
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	0.002
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.744	29.324	12.282	10.132	21.568	18.720	7.887	1.260	0.182	0.012	100 %

### 3 NODO SIMAR 2025077

18

#### TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERÍODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERÍODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

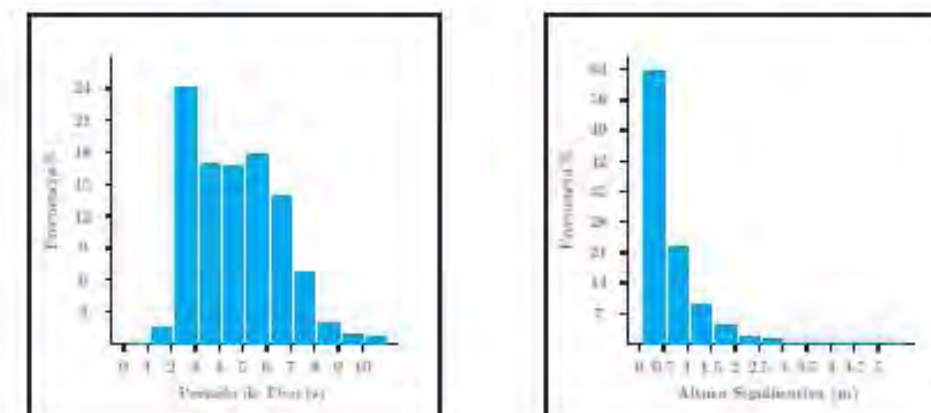


Tabla Período de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	1.424	23.807	13.802	0.774	0.002	0.850	1.950	0.002	0.400	0.009	62.439
1.0	-	-	0.113	3.885	0.171	7.444	4.444	0.852	0.170	0.176	0.122	21.084
1.5	-	-	-	-	0.010	0.551	0.109	3.611	0.218	0.008	0.029	4.732
2.0	-	-	-	-	-	-	0.244	2.650	1.312	0.170	0.000	4.266
2.5	-	-	-	-	-	-	0.039	0.290	1.150	0.180	0.022	1.680
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.014	0.310	0.113	0.014	0.505
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.008	0.005	0.177
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0.002	0.002
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.002	0.007
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.010
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007
Total	-	1.424	23.920	14.016	14.176	17.720	12.070	6.700	1.909	0.924	0.207	100 %

### 3 NODO SIMAR 2025077

19

#### 3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL

##### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

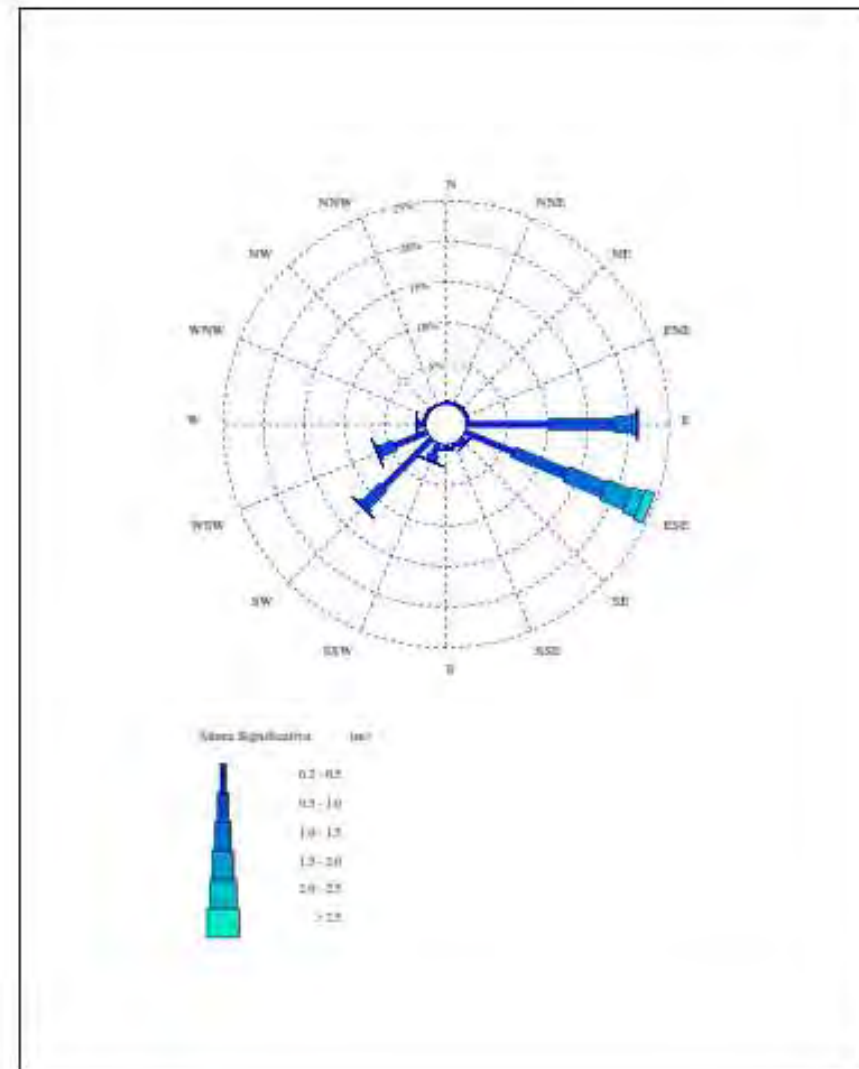
PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 28.95 %



### 3 NODO SIMAR 2025077

20

#### 3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

##### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

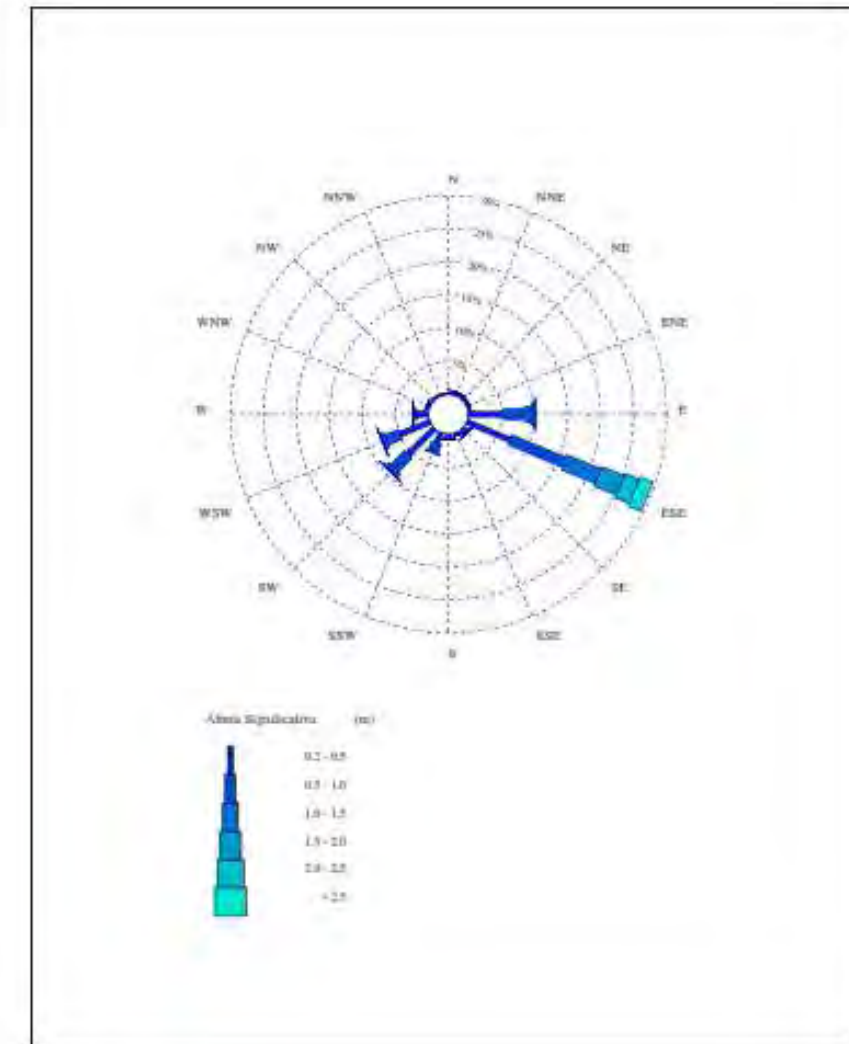
PERIODO : Dic. - Feb.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 32.95 %



### 3 NODO SIMAR 2025077

21

#### ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

#### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

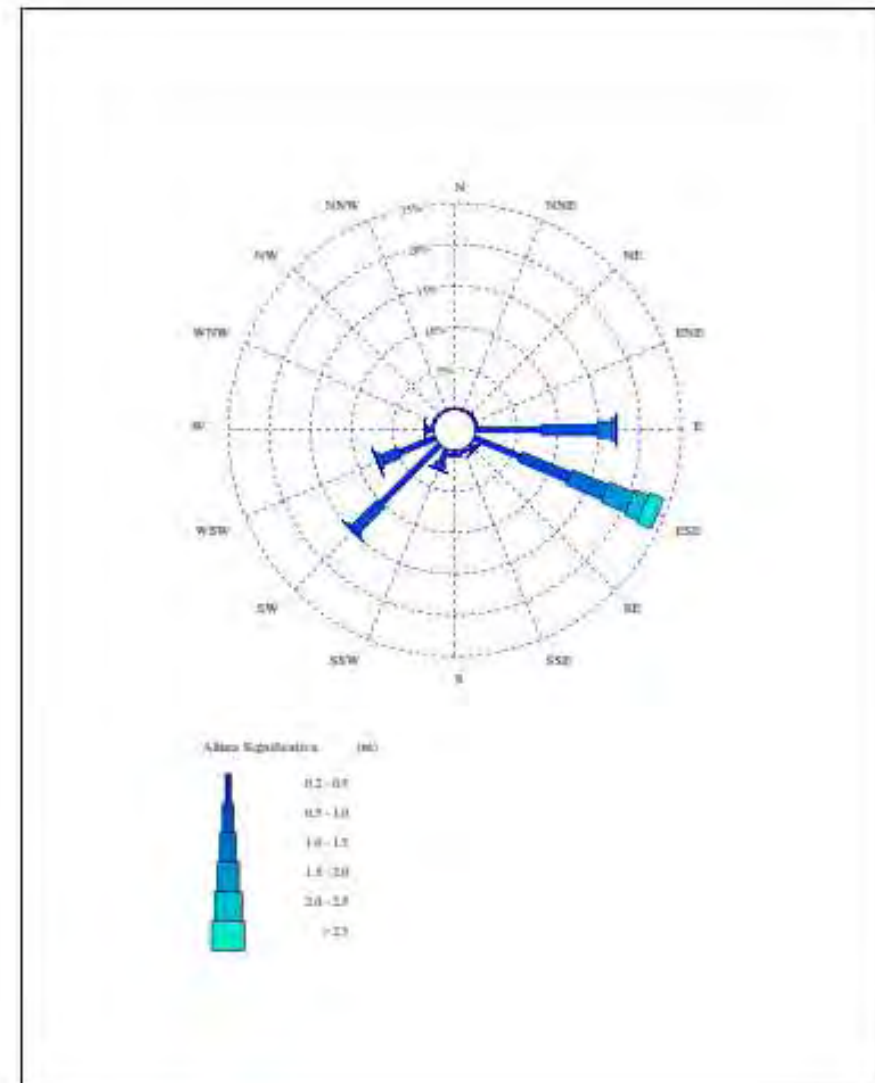
PERIODO : Mar. - May.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 29.24 %



### 3 NODO SIMAR 2025077

22

#### ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

#### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

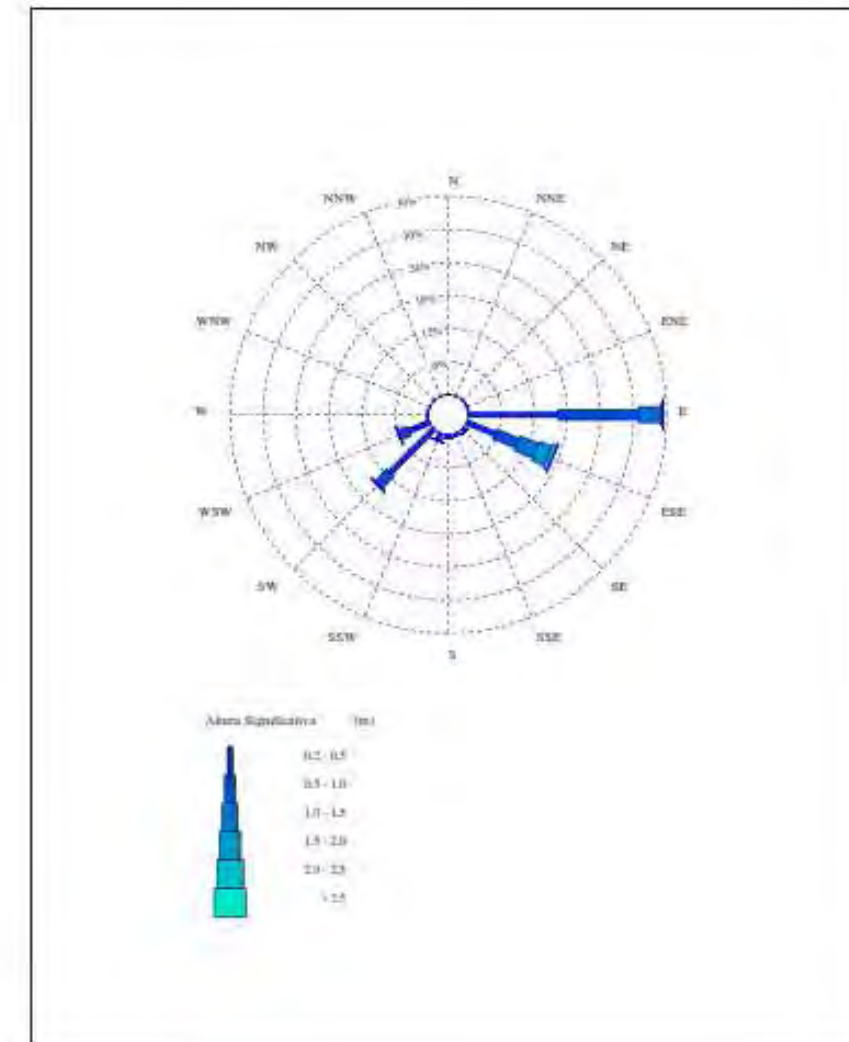
PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 23.05 %



### 3 NODO SIMAR 2025077

23

#### ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

#### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

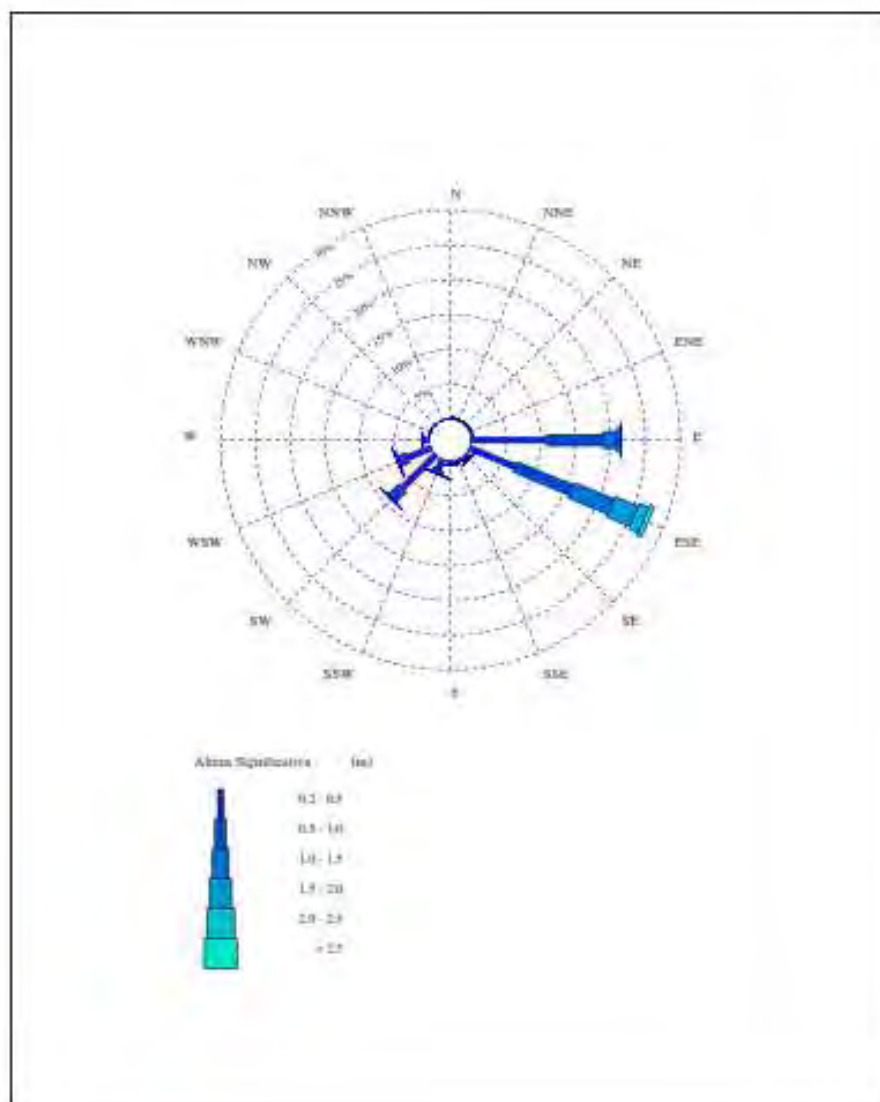
PERIODO : Sep.- Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

INTERVALO DE CALMAS: 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 30.64%



### 3 NODO SIMAR 2025077

24

#### 3.5. TABLAS Hs - DIR. ANUAL

#### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

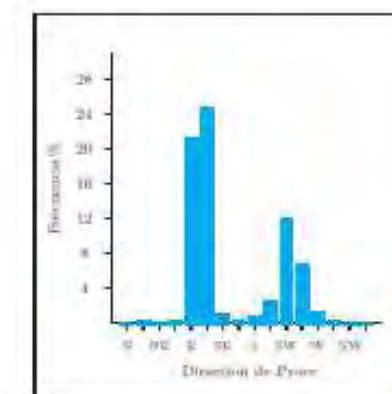
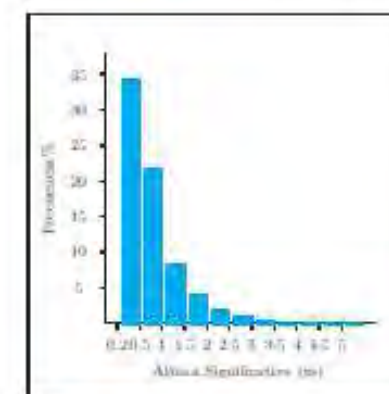


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Precedencia en %

Dirección	Hs (m)											Total
	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.5 - 4.0	4.0 - 4.5	4.5 - 5.0	
CALMAS	28.945											28.945
N	0.0	0.02	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
NNE	23.5	0.11	0.08	0.08	0.01	-	-	-	-	-	-	0.28
NNE	35.0	0.21	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47
ENE	07.5	0.18	0.08	0.09	-	-	-	-	-	-	-	0.35
E	90.0	0.084	0.223	0.148	0.02	0.22	0.45	0.19	0.09	0.01	-	21.198
ESE	102.5	0.129	0.116	0.008	0.003	0.009	0.00	0.11	0.20	0.00	0.00	24.507
SE	135.0	0.04	0.17	0.09	0.02	-	-	-	-	-	-	0.31
SSE	157.5	0.03	0.08	0.08	0.02	-	-	-	-	-	-	0.21
S	180.0	0.04	0.12	0.14	-	-	-	-	-	-	-	0.30
SSW	202.5	1.260	0.791	0.00	0.01	-	0.01	-	-	-	-	2.052
SW	225.0	0.157	0.053	0.07	0.74	0.24	0.07	0.02	-	-	-	1.392
WSW	247.5	0.060	0.007	0.44	0.41	0.21	0.04	-	-	-	-	0.978
W	270.0	0.07	0.15	0.01	0.05	-	-	-	-	-	-	0.28
WNW	292.5	0.18	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.20
WW	315.0	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
WSW	337.5	0.070	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08
Total	28.945	34.285	21.870	0.078	0.781	1.771	0.738	0.331	0.29	0.07	0.01	100.0

### 3 NODO SIMAR 2025077

25

#### 3.6. TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

##### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERIODO : Dic. - Febr.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Prevalencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

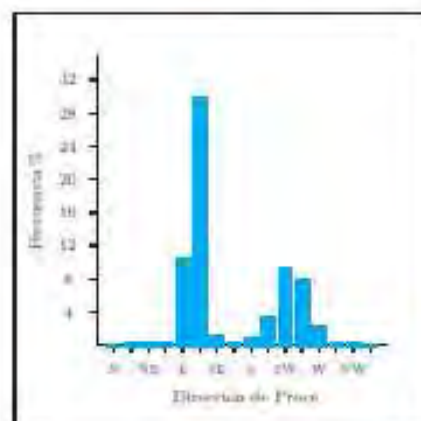
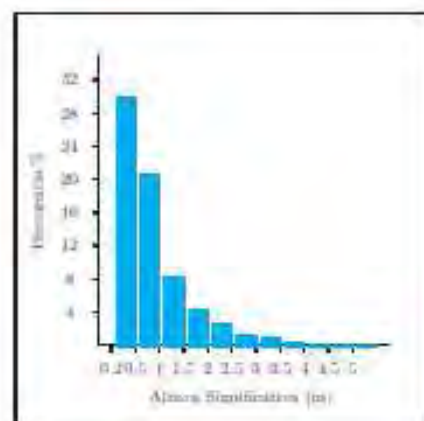


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Prevalencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	≥ 5.0	
CALAHAS	32.000												32.000
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNE	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5
NE	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0
NNE	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.5
E	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0
ESE	112.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.5
SE	135.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.0
SSE	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	157.5
S	180.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	180.0
SSW	202.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.5
SW	225.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	225.0
WSW	247.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	247.5
W	270.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	270.0
WNW	292.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	292.5
NW	315.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	315.0
NNW	337.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	337.5
Total	32.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	32.000

### 3 NODO SIMAR 2025077

26

#### TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

##### DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERIODO : Mar. - May.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Prevalencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

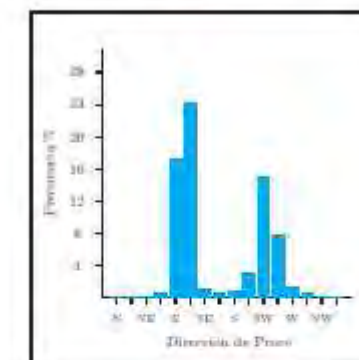
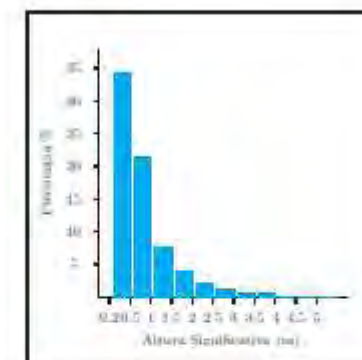


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Prevalencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	≥ 5.0	
CALAHAS	20.200												20.200
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NNE	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5
NE	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0
NNE	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.5
E	90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0
ESE	112.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	112.5
SE	135.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.0
SSE	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	157.5
S	180.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	180.0
SSW	202.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.5
SW	225.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	225.0
WSW	247.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	247.5
W	270.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	270.0
WNW	292.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	292.5
NW	315.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	315.0
NNW	337.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	337.5
Total	20.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.200

### 3- NODO SIMAR 2025077

27

TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Prevalencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

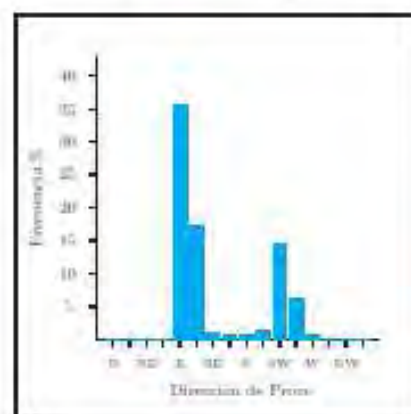
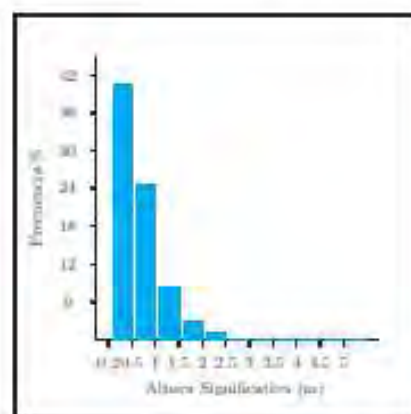


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Prevalencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	< 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	> 5.0		
CÁLAMAS	20.048												20.048
N	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
NE	22.5	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
E	45.0	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
ENE	47.5	0.00	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28
E	93.0	16.218	14.684	3.925	2.20	0.00	0.02	-	-	-	-	-	36.828
ENE	112.5	2.457	4.457	2.678	2.254	0.00	0.02	0.05	0.02	-	-	-	10.005
SE	135.0	0.02	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06
ENE	157.5	0.00	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04
E	180.0	0.00	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
ENE	202.5	1.315	1.75	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	3.182
SE	225.0	11.214	2.060	0.47	0.06	-	-	-	-	-	-	-	13.757
ENE	247.5	4.415	4.735	2.14	0.05	-	-	-	-	-	-	-	9.309
E	270.0	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
ENE	292.5	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
SE	315.0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
ENE	337.5	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
Total	20.048	20.112	24.342	6.204	2.874	0.00	0.02	0.08	0.02	0.02	-	-	100.0

### 3- NODO SIMAR 2025077

28

TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2025077

PERIODO : Sept. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Prevalencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

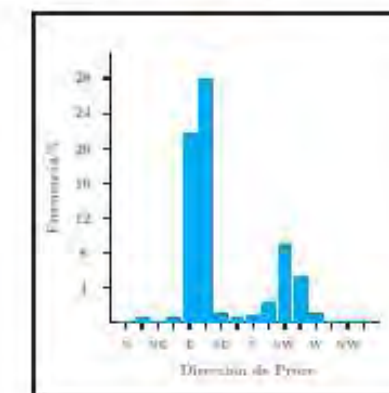
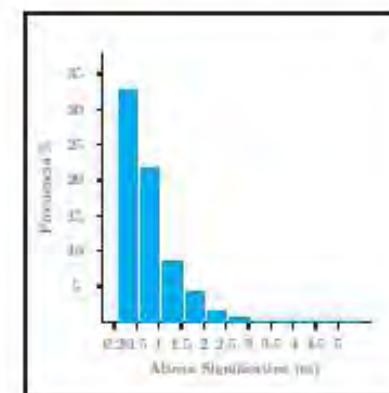


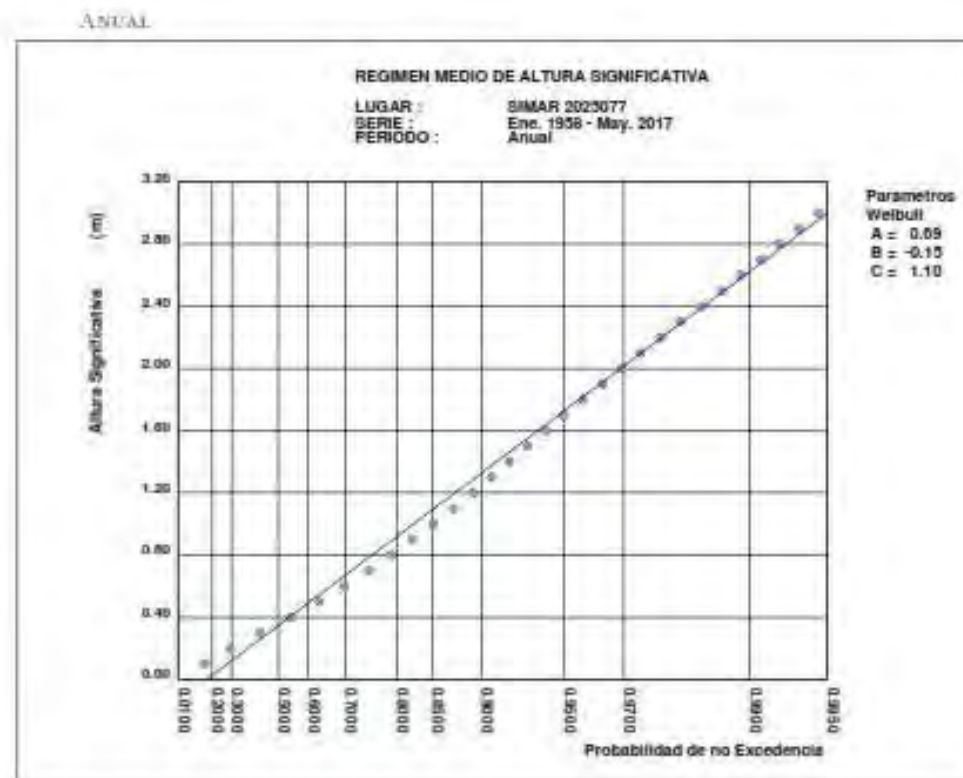
Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Prevalencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	< 0.2	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
GUADALMINA	30.638												30.638
N	0.0		0.00										0.00
NE	22.5		0.00	0.00	0.00								0.00
E	45.0		0.00	0.00									0.00
SE	47.5		0.00										0.00
S	93.0	10.700	8.200	1.925	2.28	1.41	0.42	0.00	0.12				21.568
SW	112.5	2.600	8.730	6.170	2.588	1.440	0.40	0.04	0.02	0.00	0.00	0.02	27.740
W	135.0	0.00	1.73	0.07	0.02								0.22
WNW	157.5	0.00	0.03	0.00	0.02								0.07
W	180.0	0.00	1.87	0.10									0.03
WSW	202.5	1.495	0.24	0.00	0.02	0.00	0.00						1.738
SW	225.0	0.750	1.900	1.87	0.23	0.14	0.00						4.978
WSW	247.5	0.600	1.320	1.00	0.10	0.00	0.00						3.020
W	270.0	0.02	0.00	0.28									0.30
WNW	292.5	0.00	0.00										0.00
W	315.0	0.00											0.00
WSW	337.5	0.04											0.04
Total	30.638	32.700	21.560	8.522	4.102	1.620	0.82	0.10	0.00	0.00	0.02		100.0

### 3 NODO SIMAR 2025077

30

#### 3.7. REGIMEN MEDIO DE Hs ANUAL

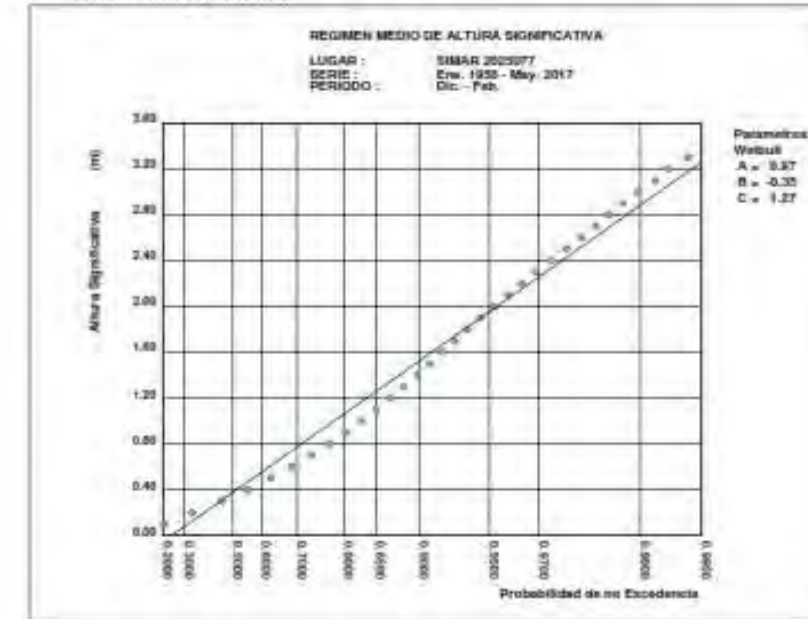


### 3 NODO SIMAR 2025077

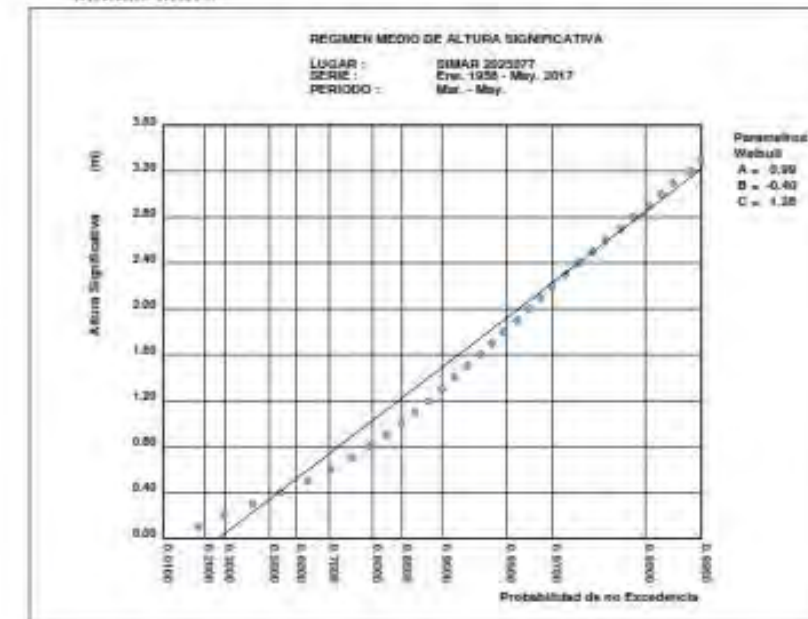
30

#### 3.8. REGIMEN MEDIO DE Hs ESTACIONAL

##### DICIEMBRE-FEBRERO



##### MARZO-MAYO

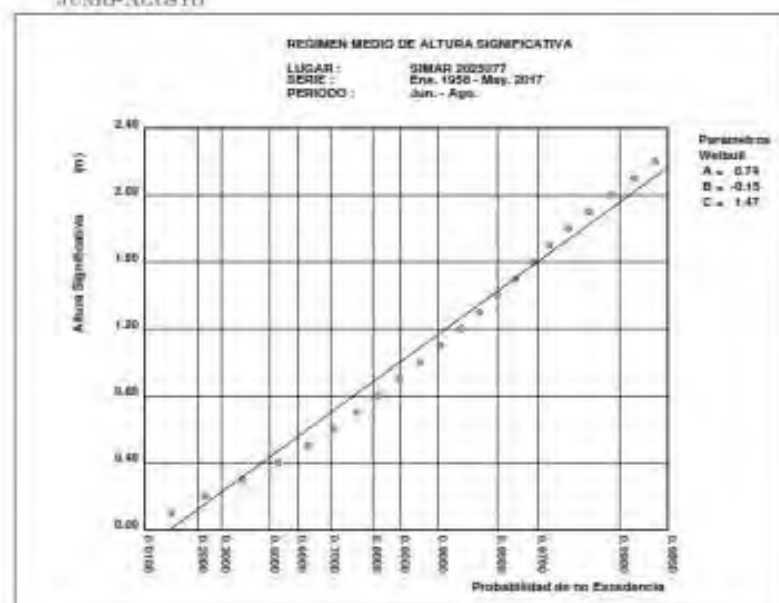


### 3 NODO SIMAR 2025077

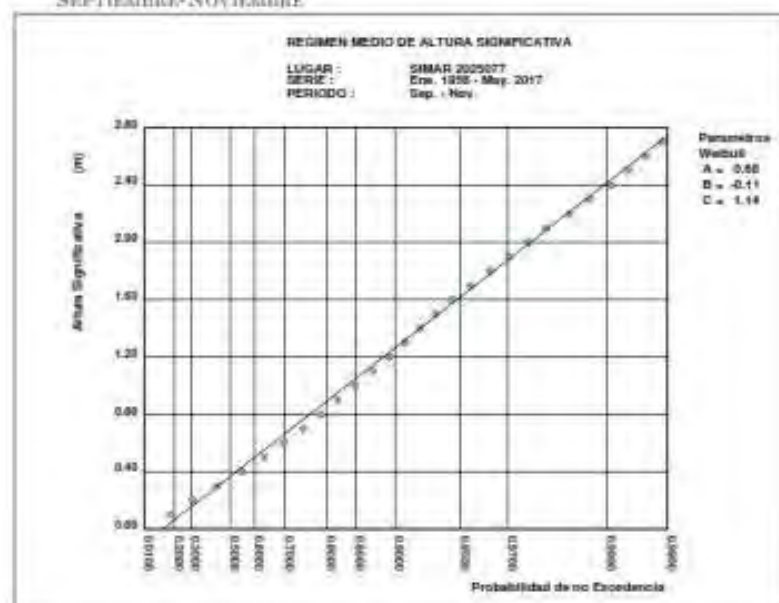
31

#### REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL

##### JUNIO-AGOSTO



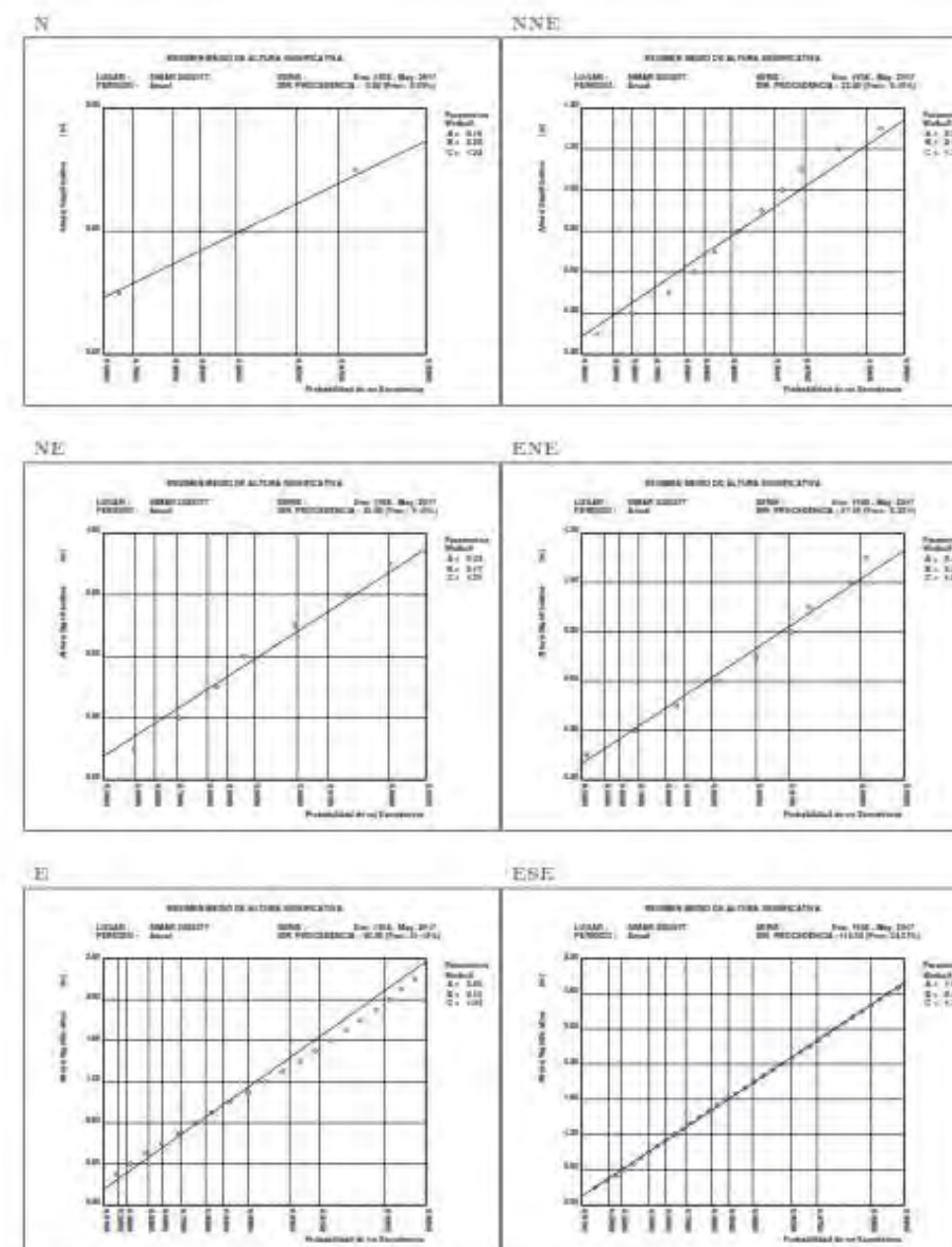
##### SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE



### 3 NODO SIMAR 2025077

32

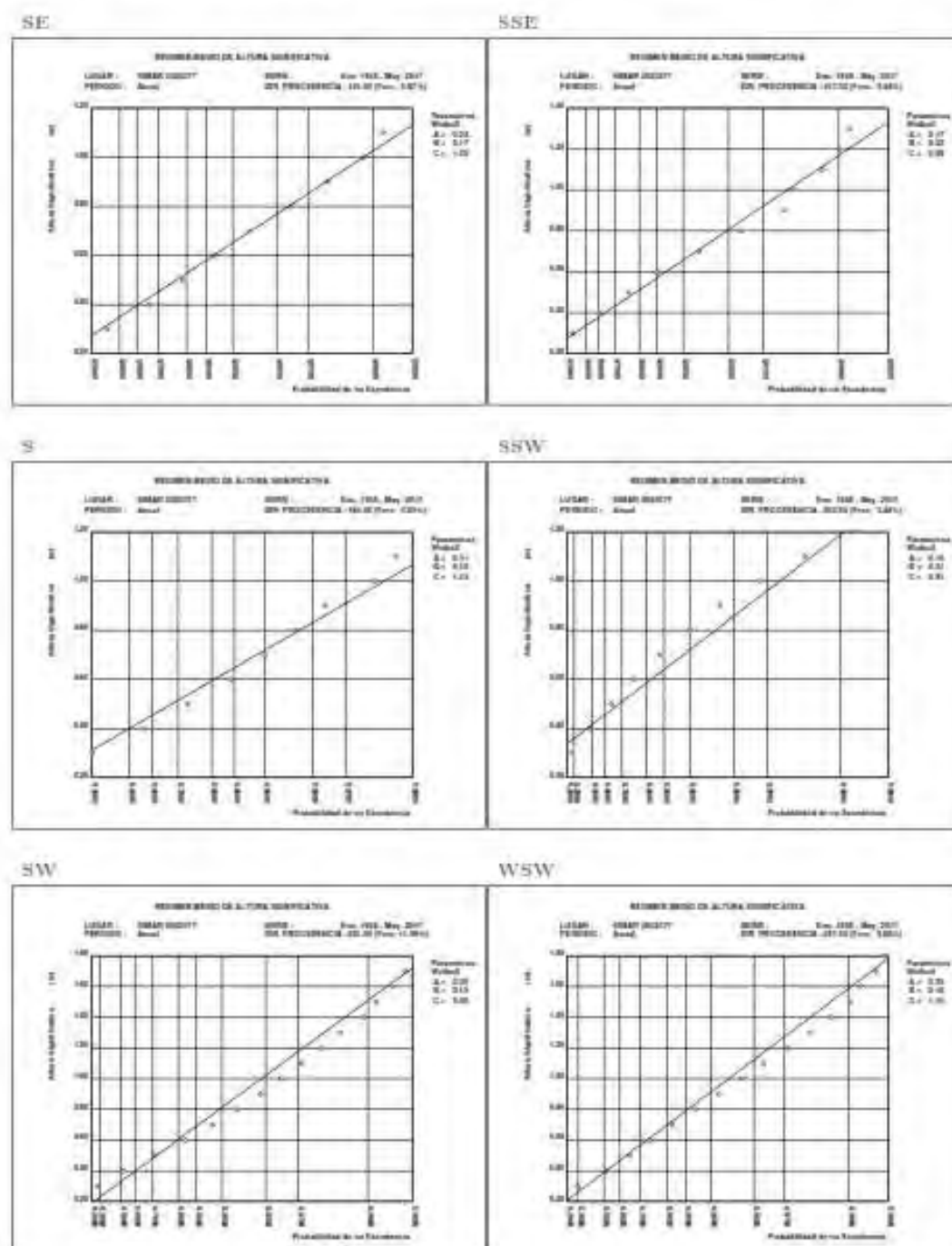
#### 3.9. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL



### 3. NODO SIMAR 2025077

33

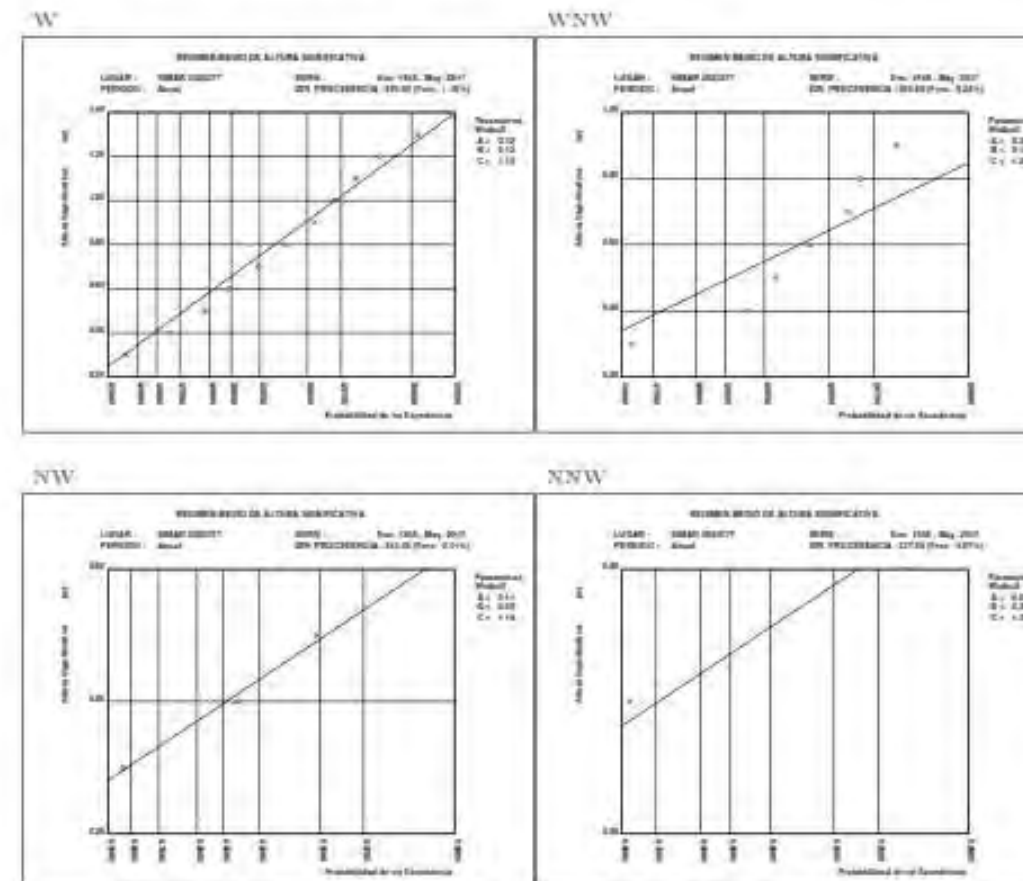
#### RÉGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL



### 3. NODO SIMAR 2025077

34

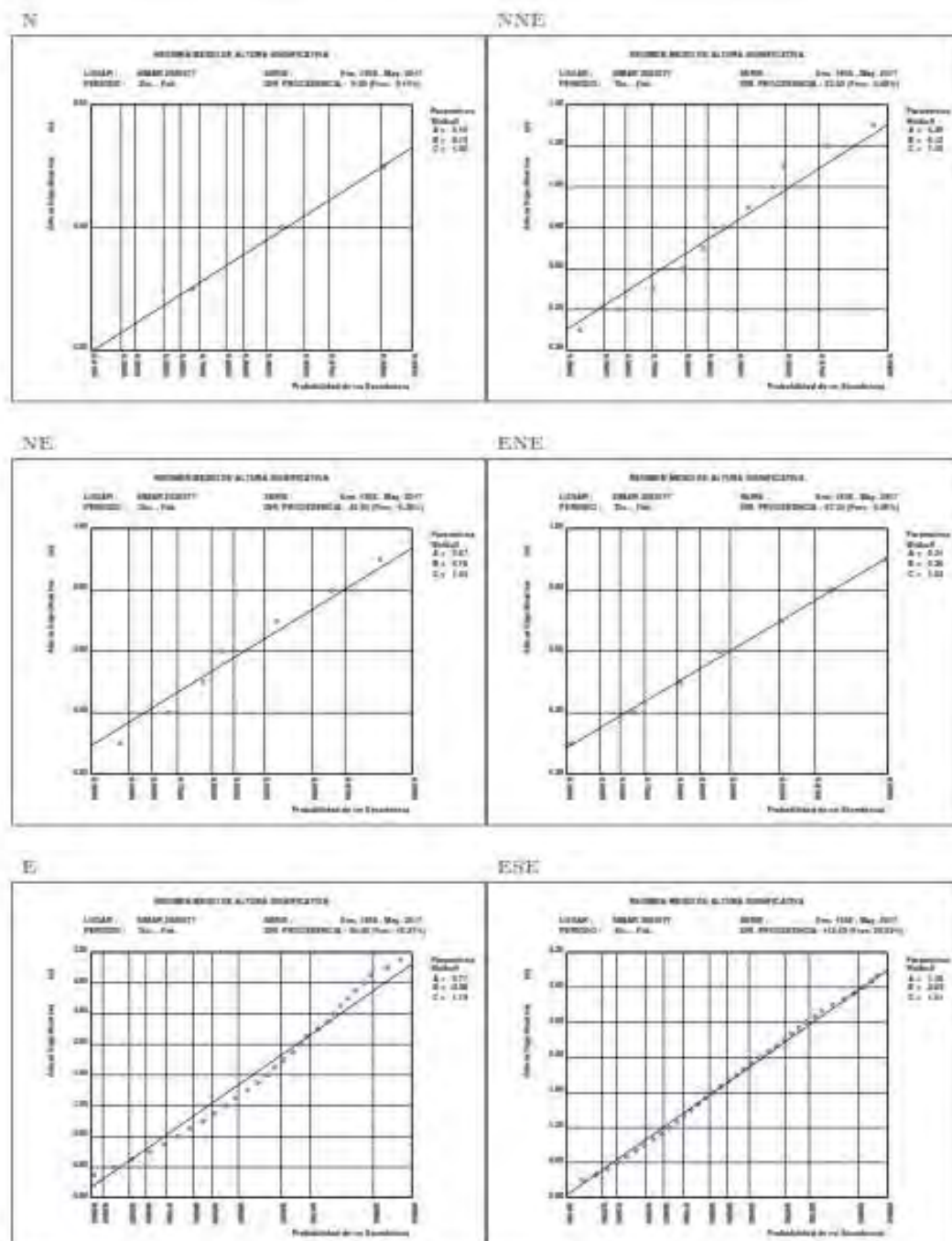
#### RÉGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

35

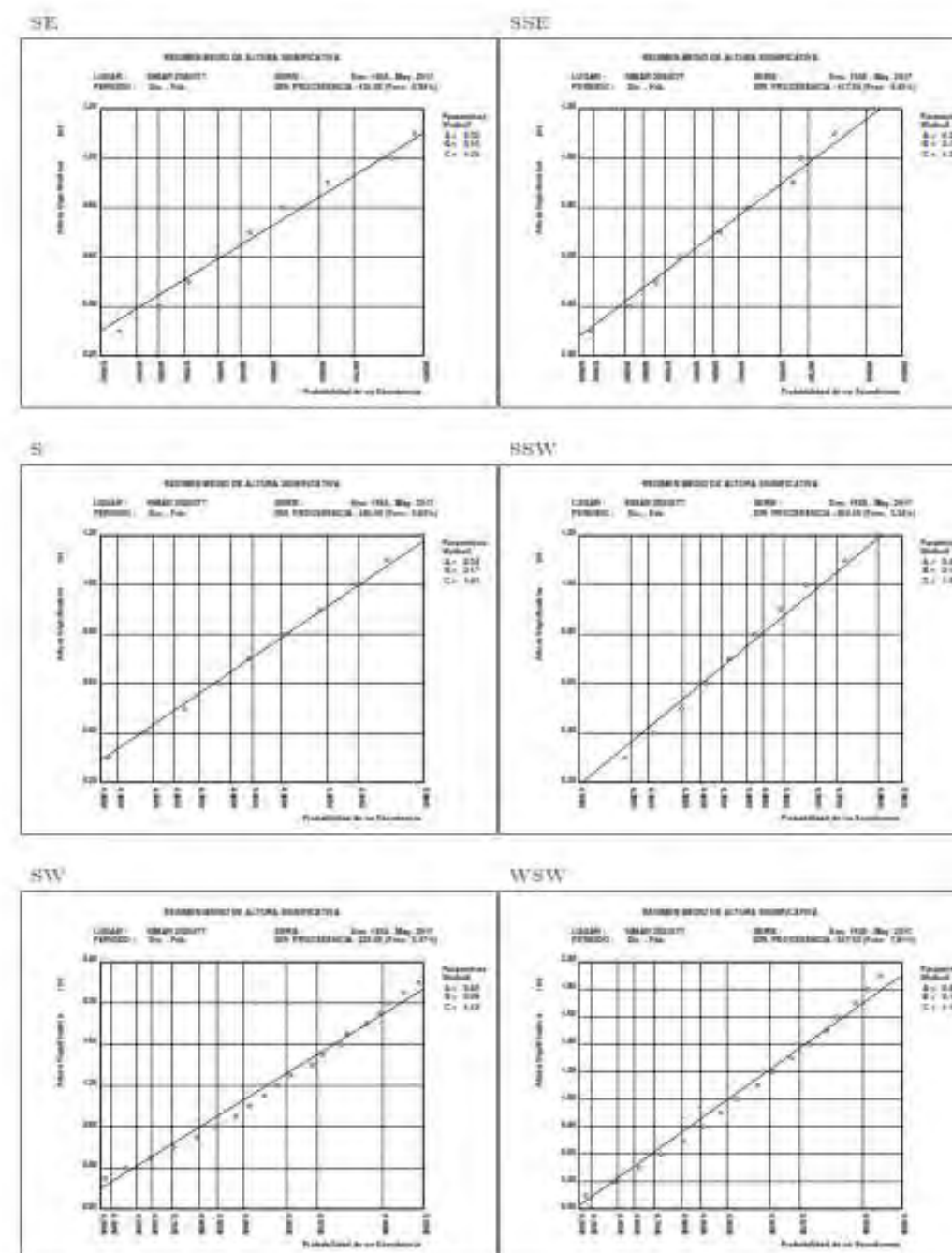
### 3.10. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.



3 NODO SIMAR 2025077

36

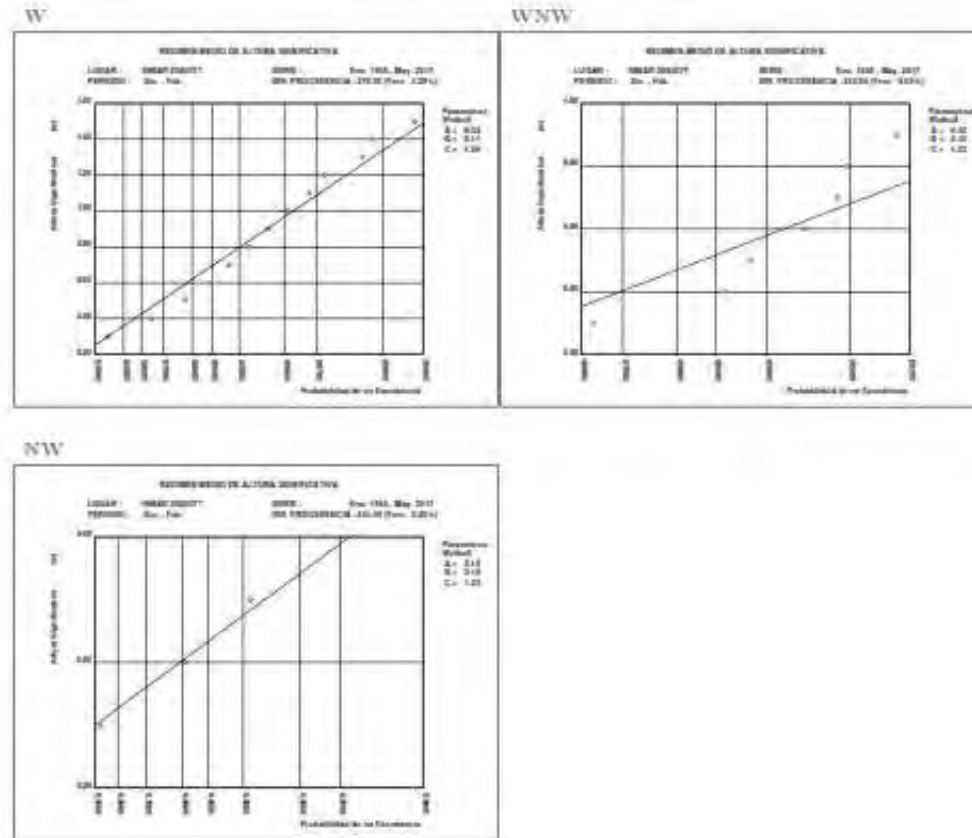
### REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.



3 NODO SIMAR 2025077

37

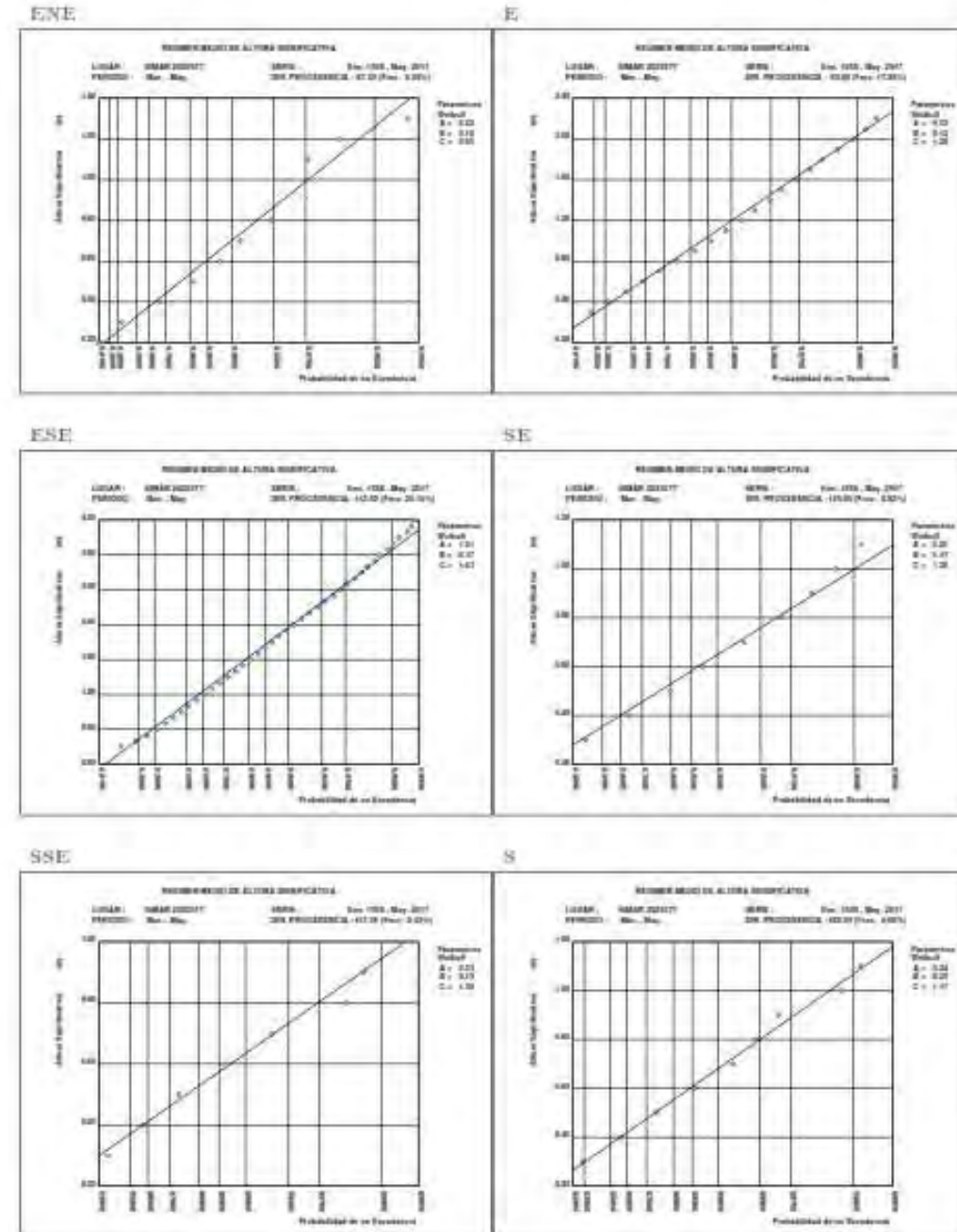
REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC-FEB.



3 NODO SIMAR 2025077

38

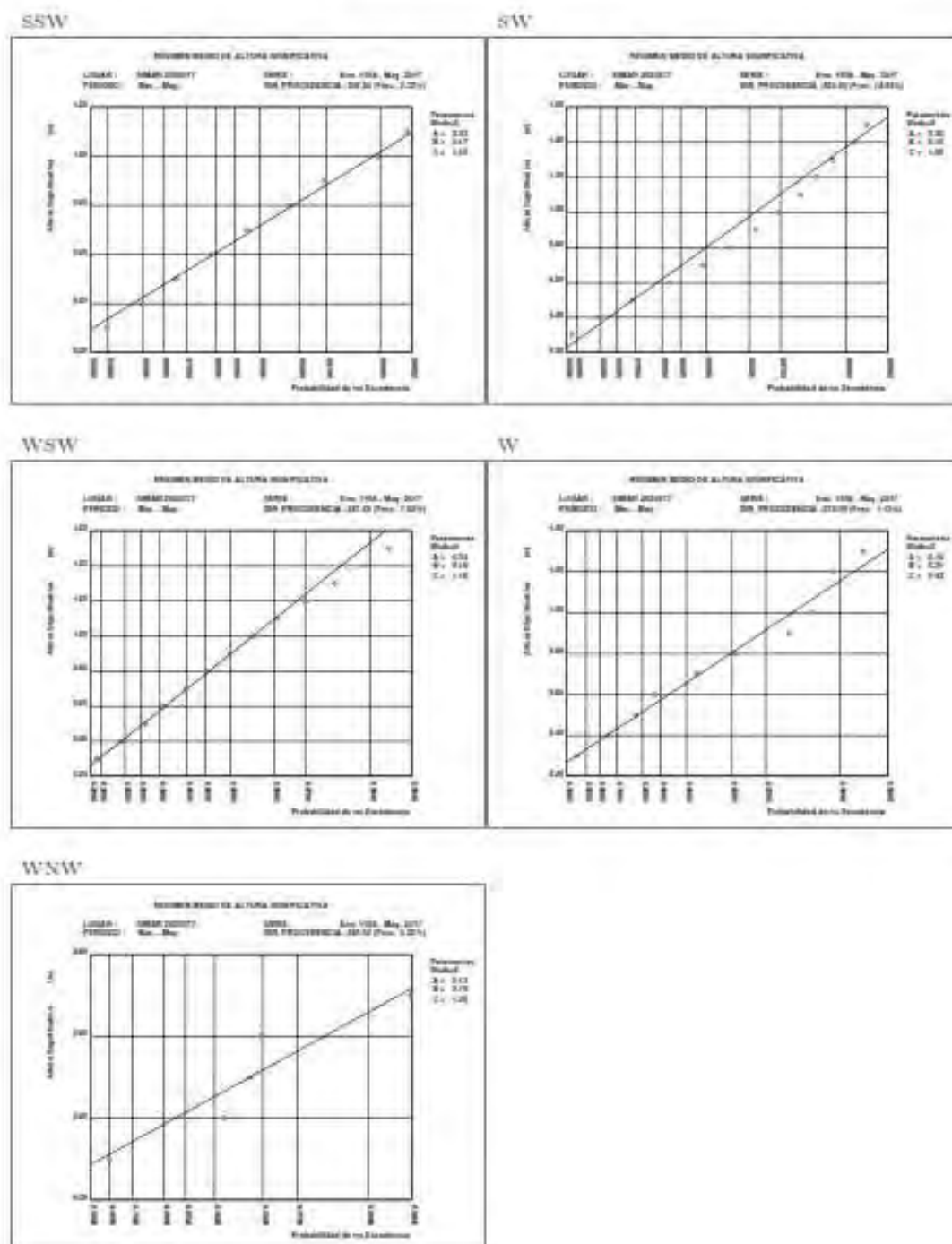
3.11. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR-MAY.



### 3. NODO SIMAR 2025077

39

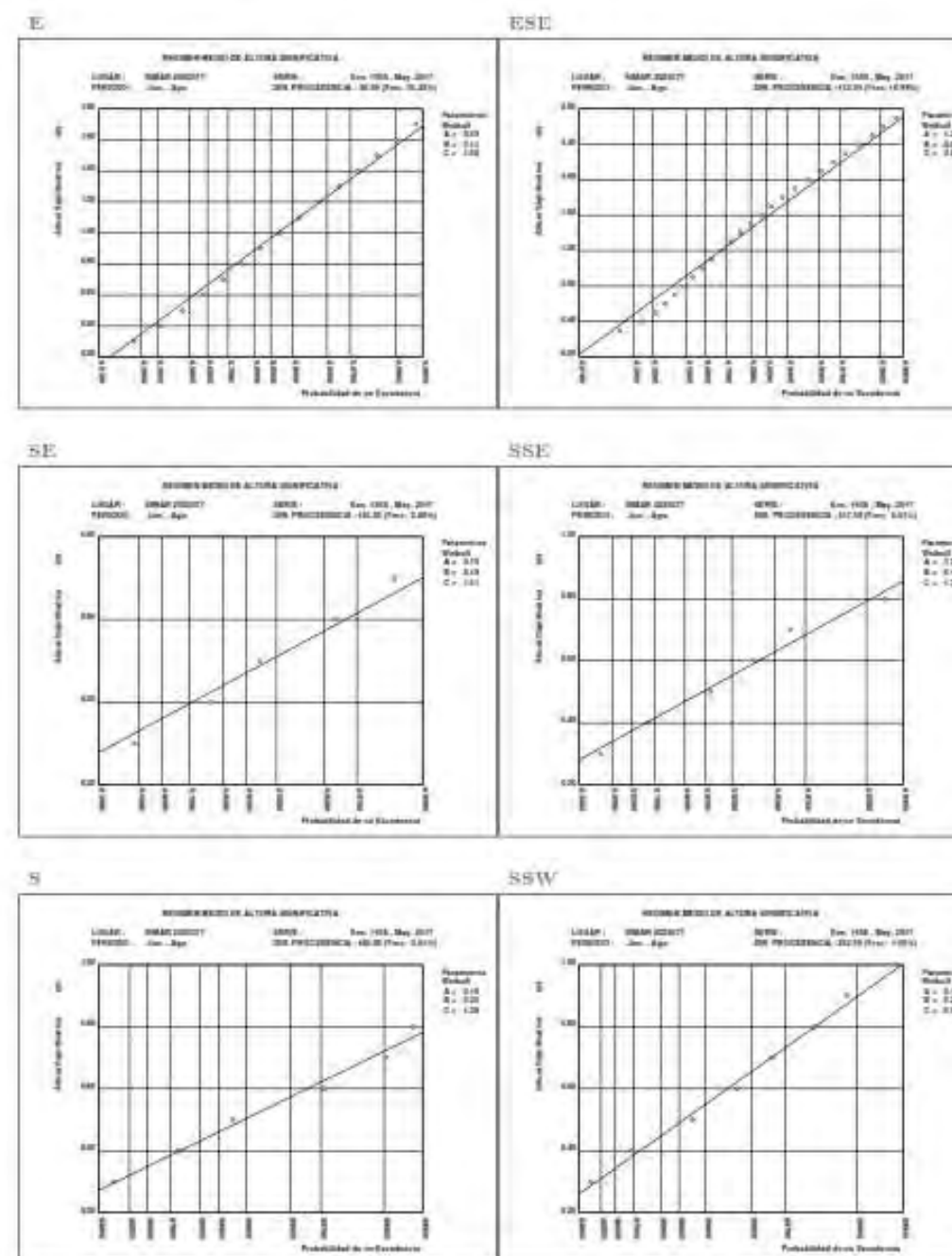
#### REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR-MAY.



### 3. NODO SIMAR 2025077

40

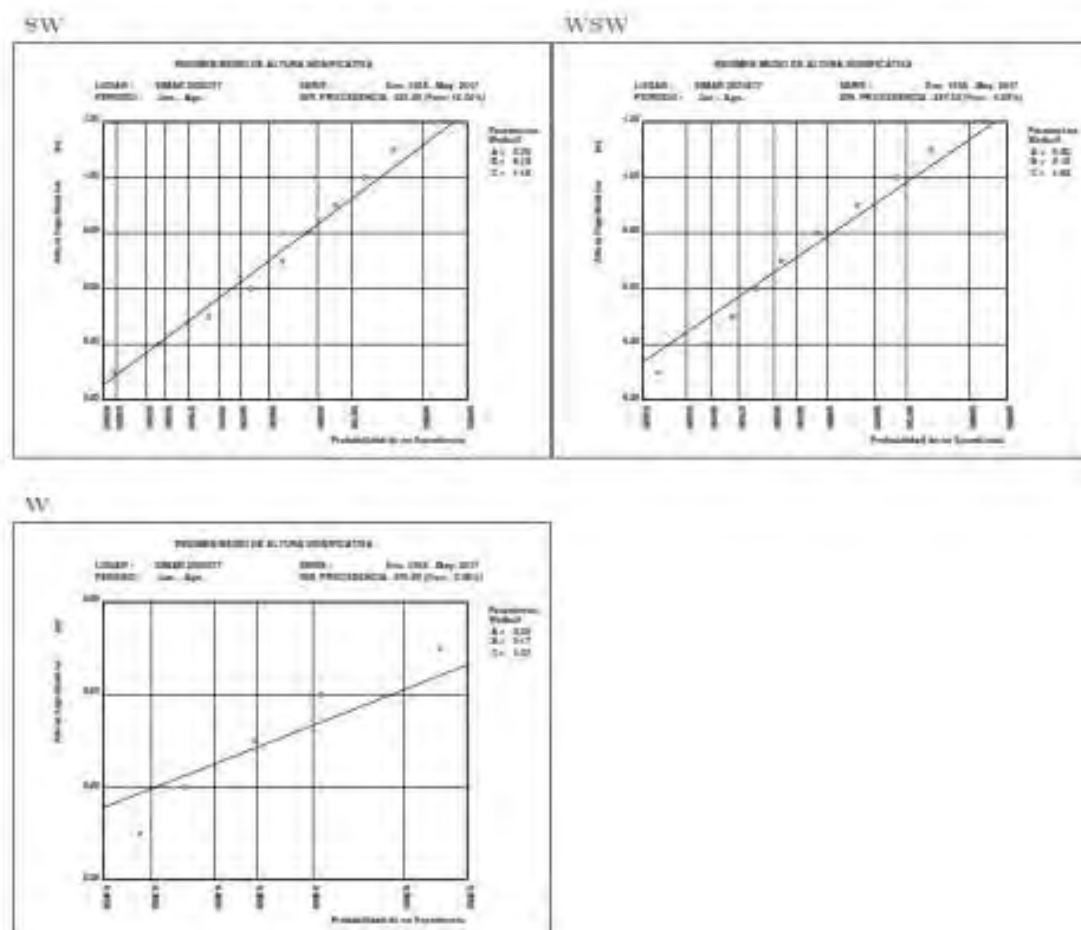
#### 3.12. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN-AGO.



### 3 NODO SIMAR 2025077

41

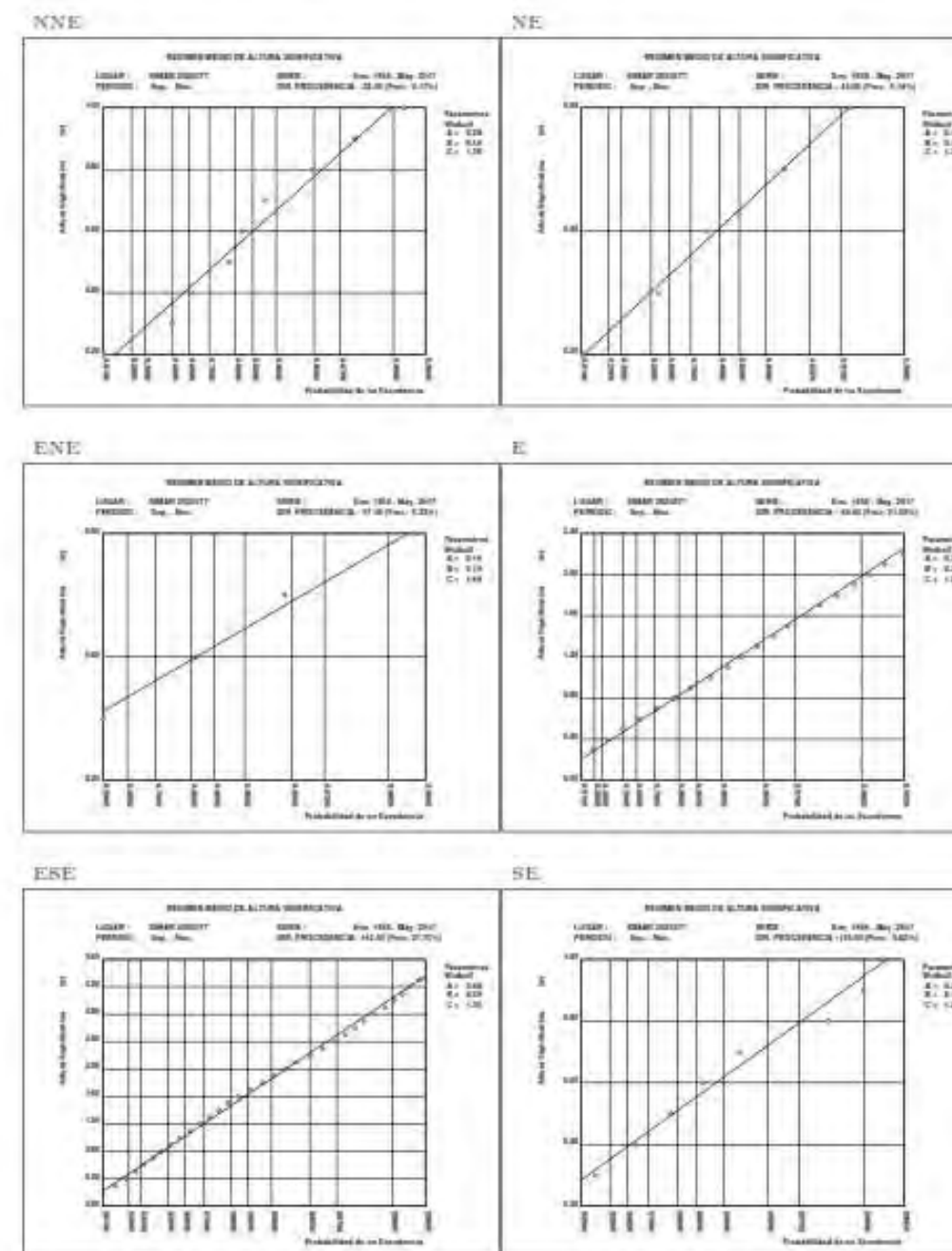
REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO.



### 3 NODO SIMAR 2025077

42

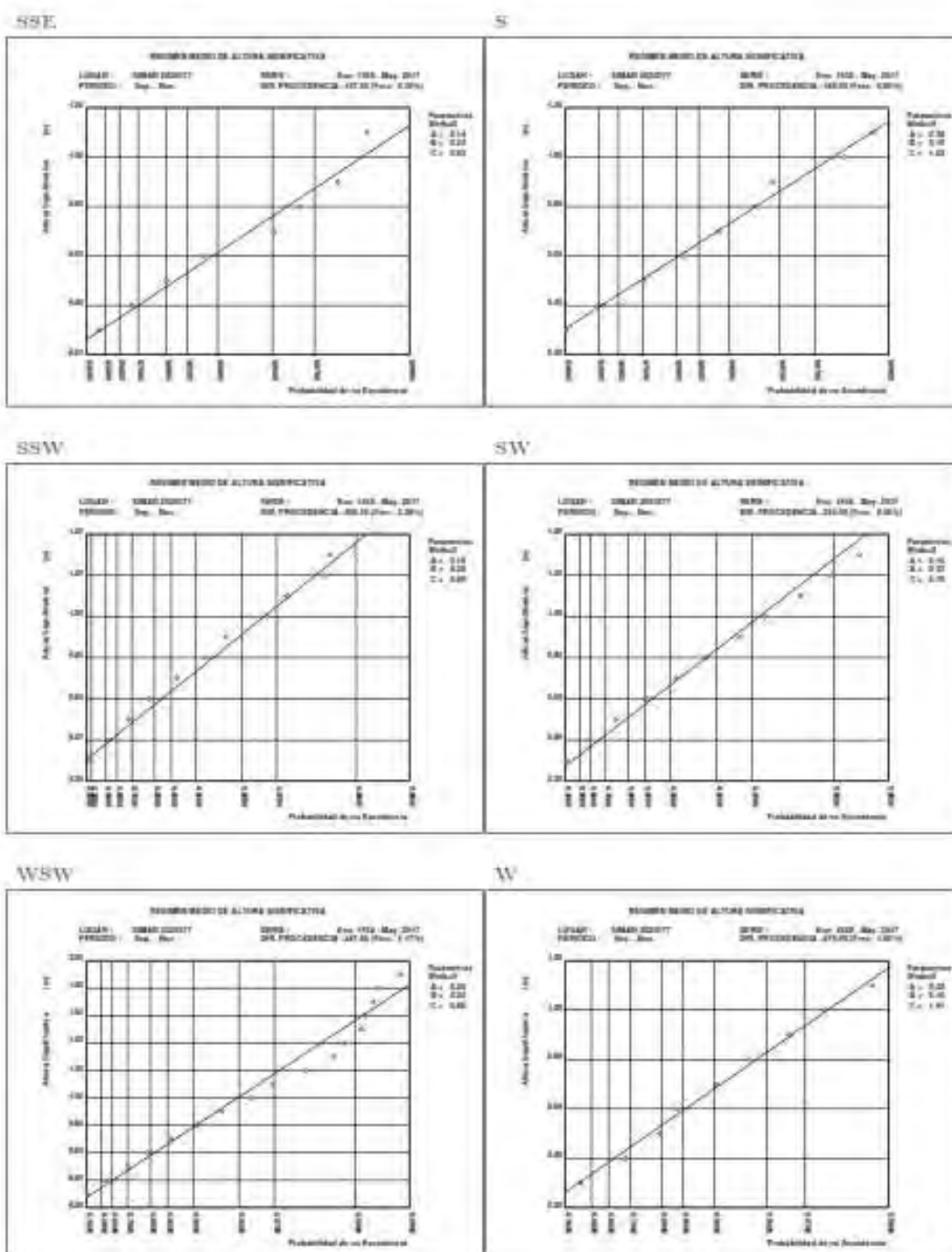
3.13. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.



### 3 NODO SIMAR 2025077

43

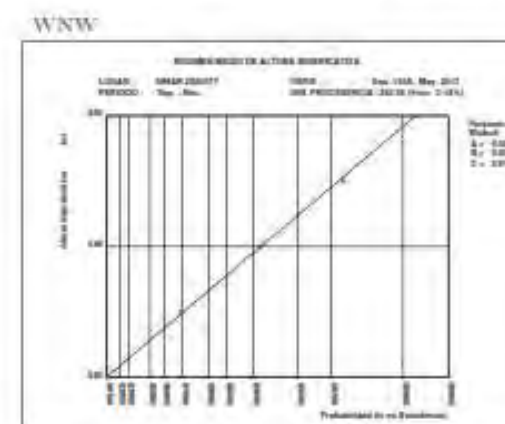
REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET-NOV.



### 3 NODO SIMAR 2025077

44

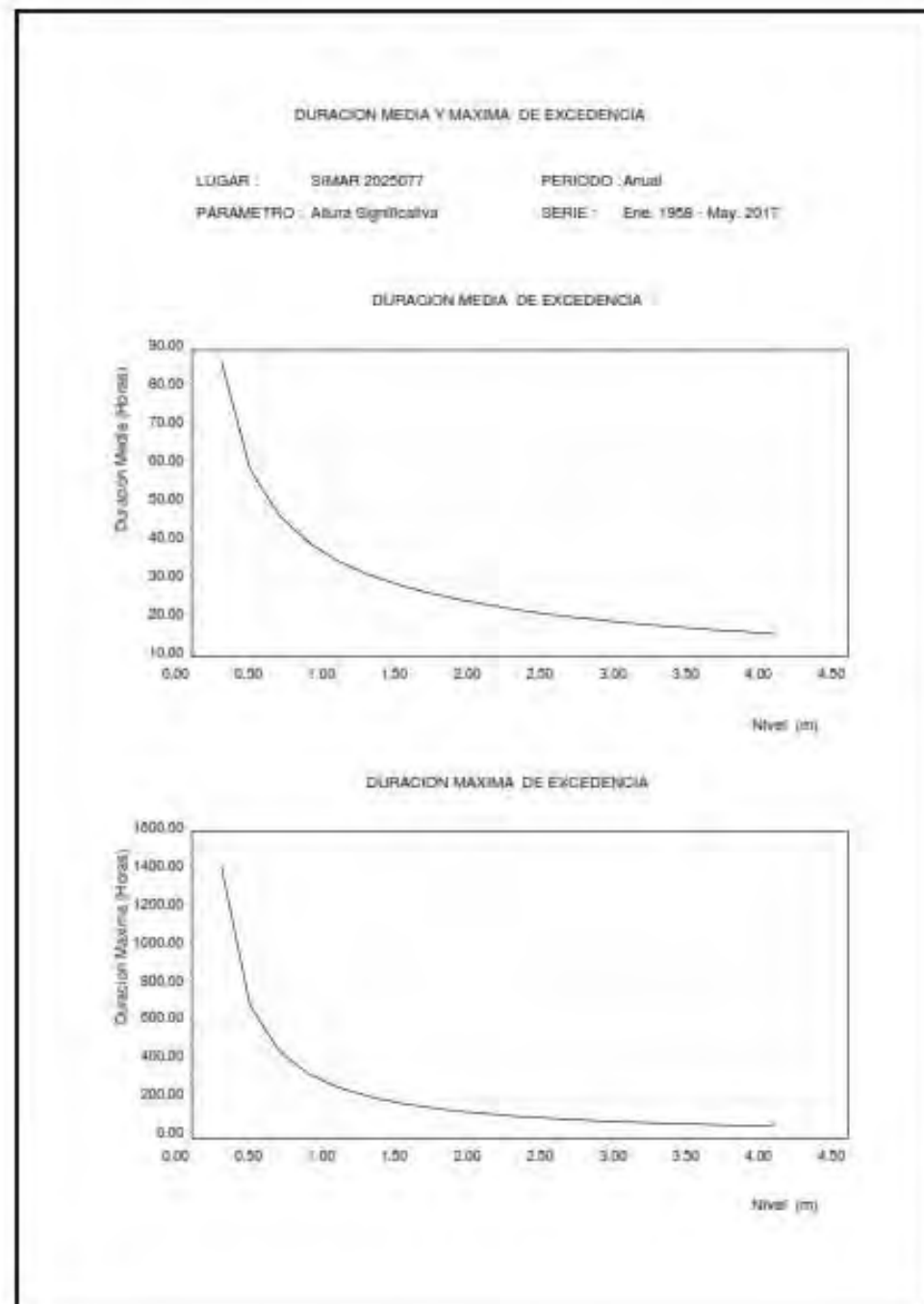
REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET-NOV.



3 NODO SIMAR 2025077

45

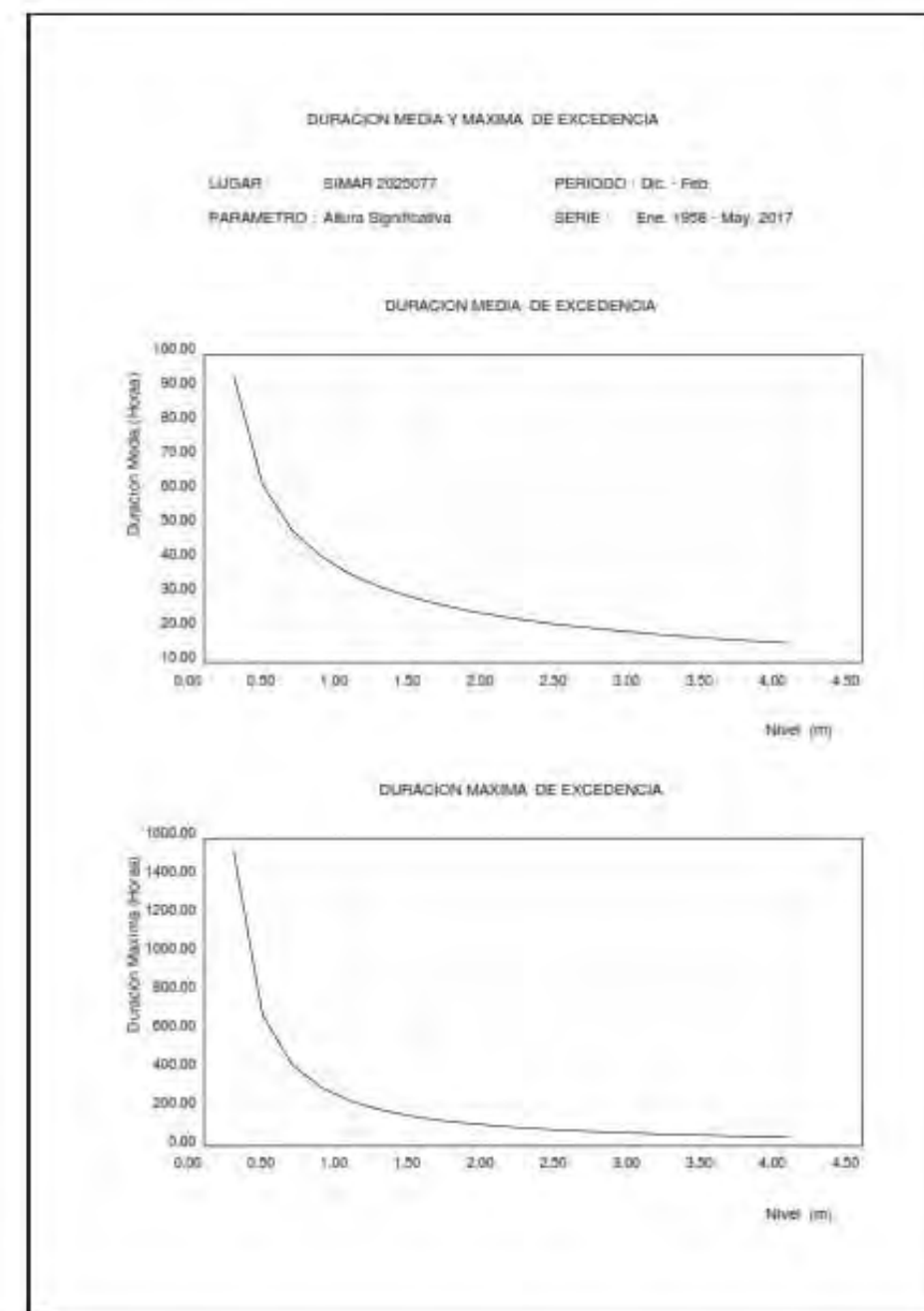
### 3.14. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE HS ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

46

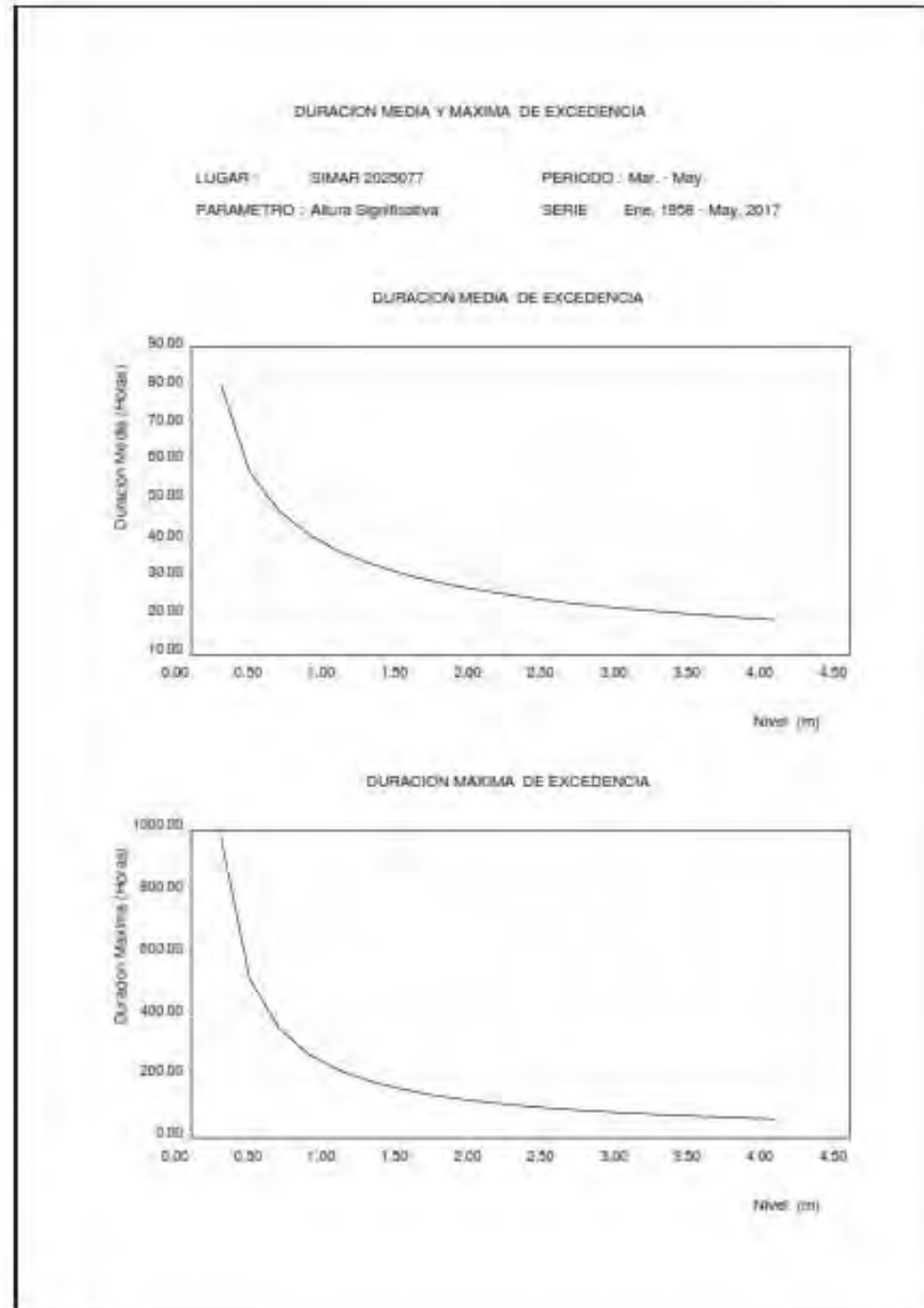
### 3.15. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE HS ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

47

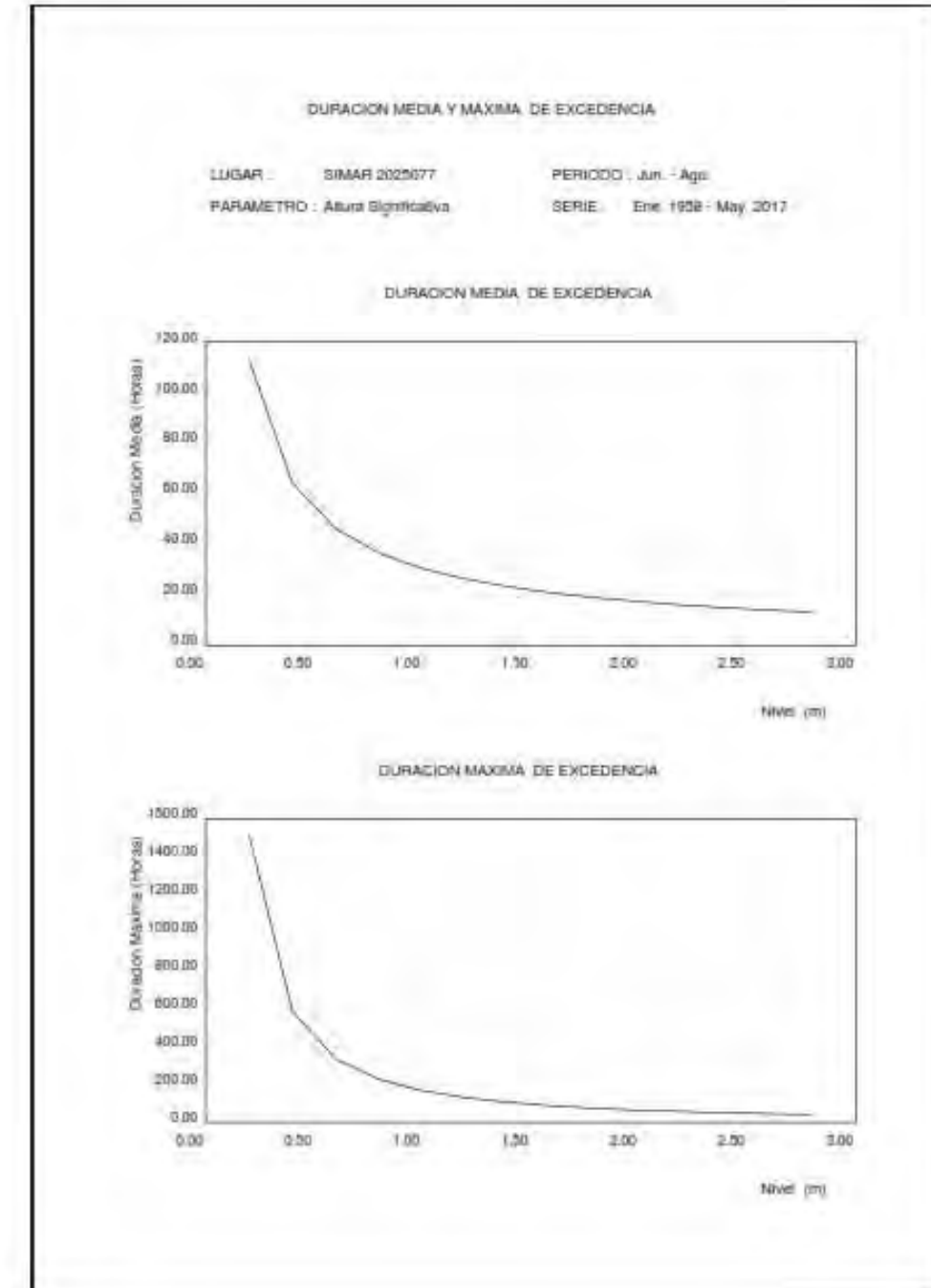
DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE Hs ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

48

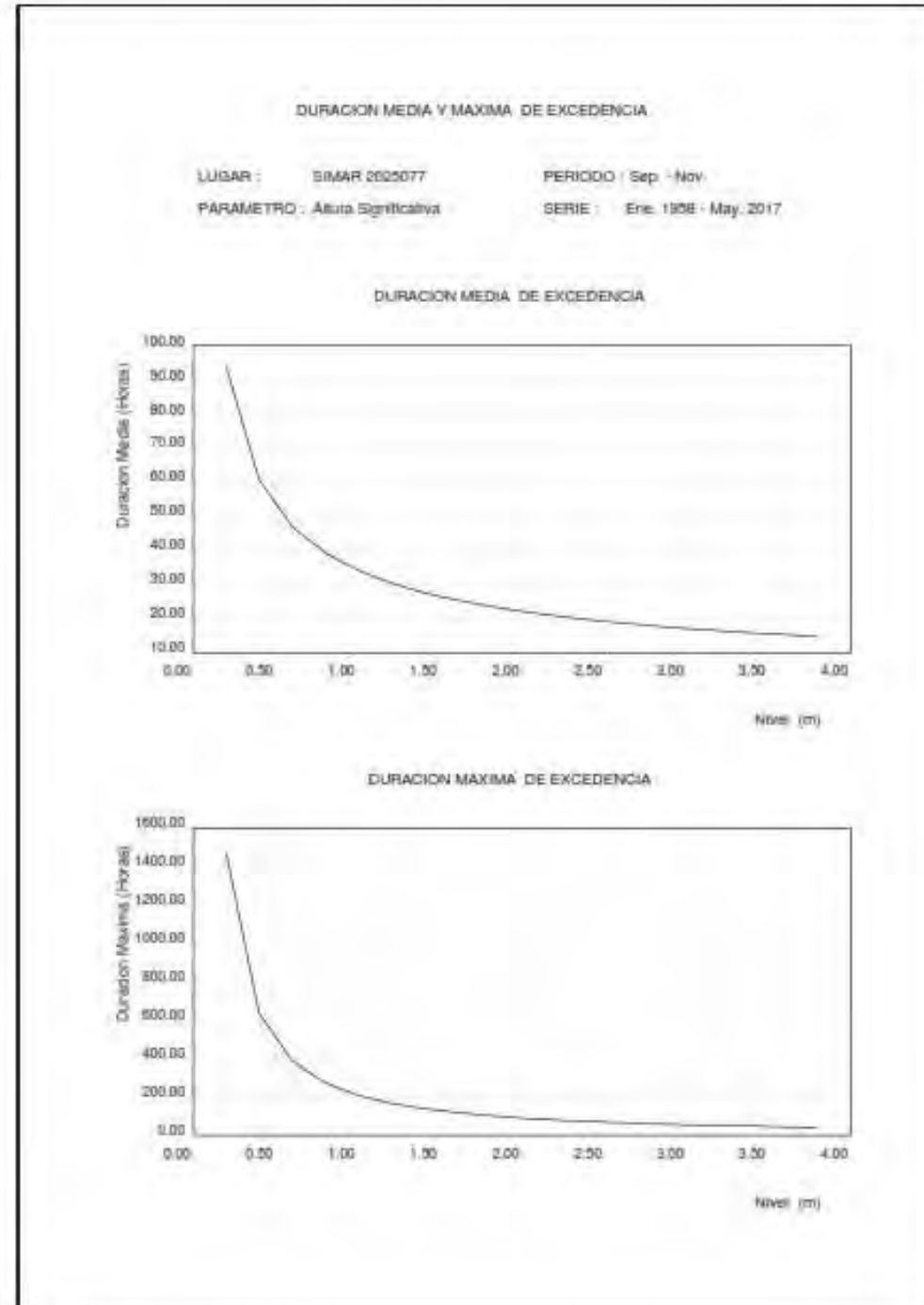
DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE Hs ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

40

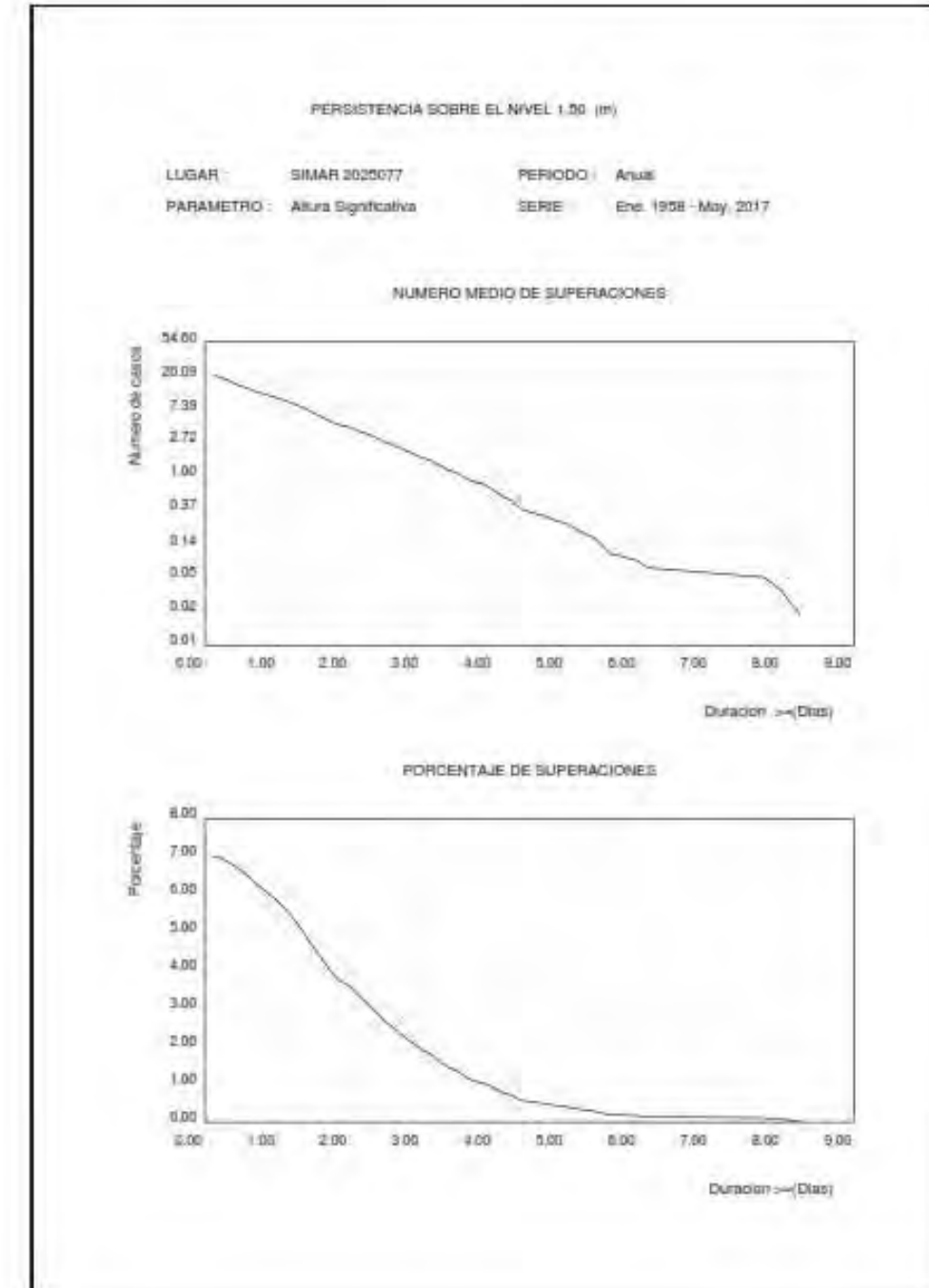
DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE EXCEDENCIA DE HS. ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

50

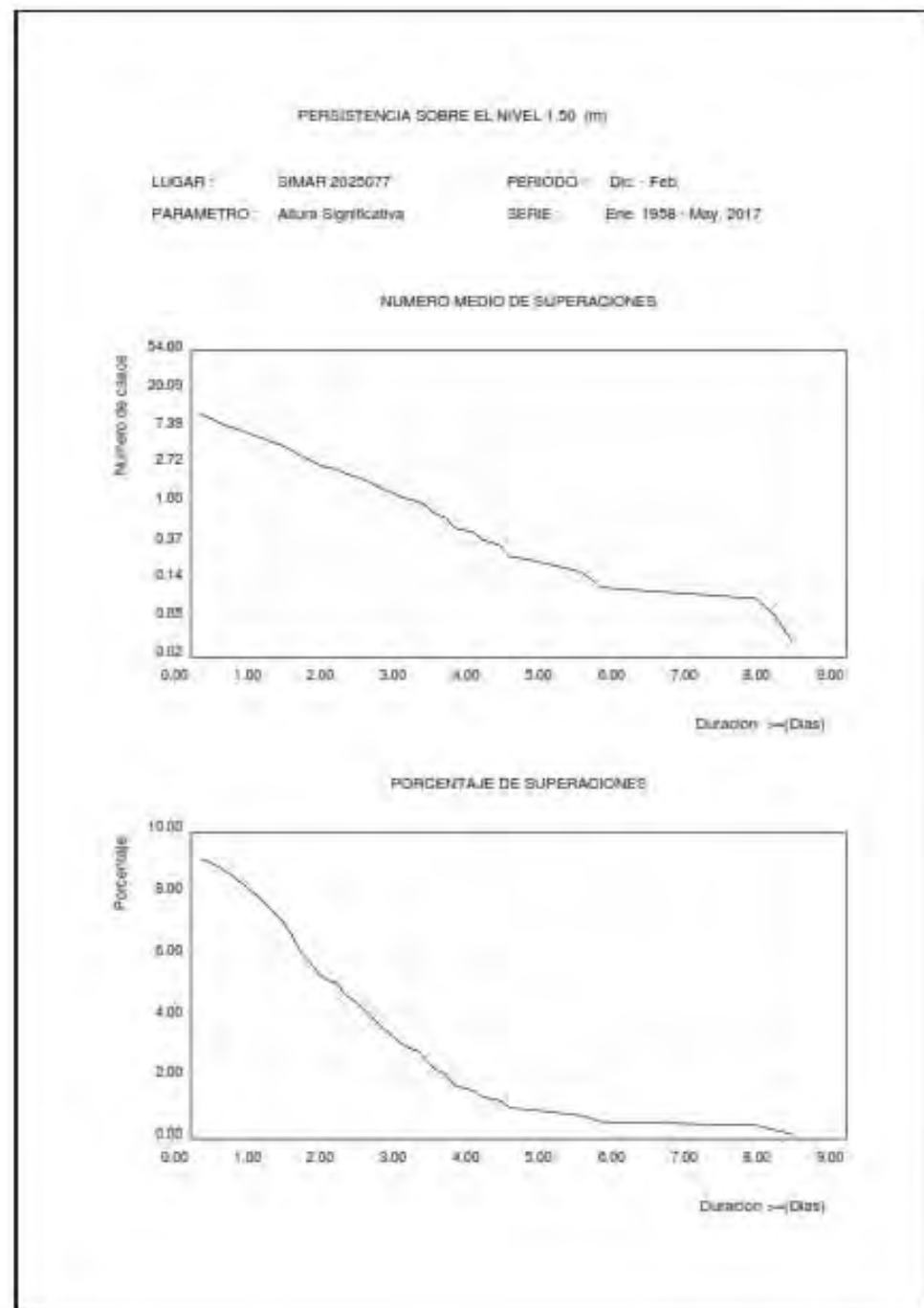
3.16. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

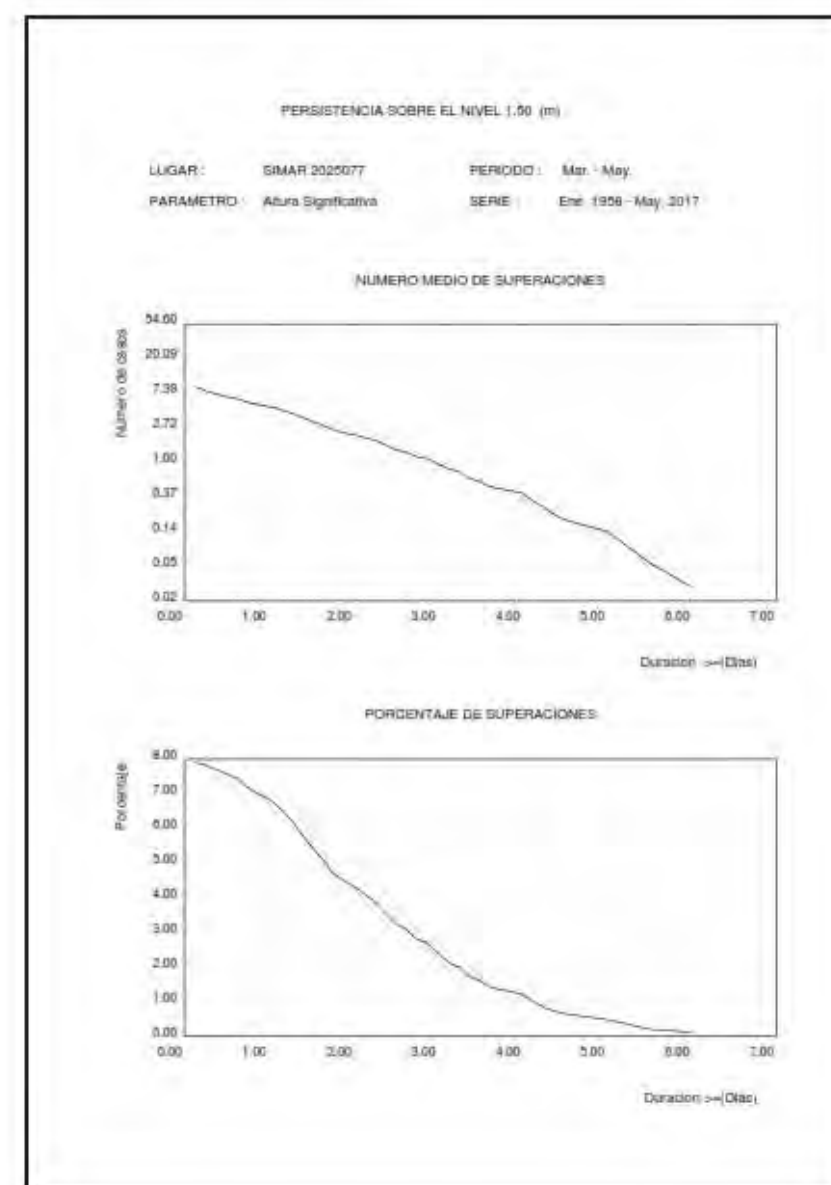
51

### 3.17. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1,5 (M) ESTACIONAL



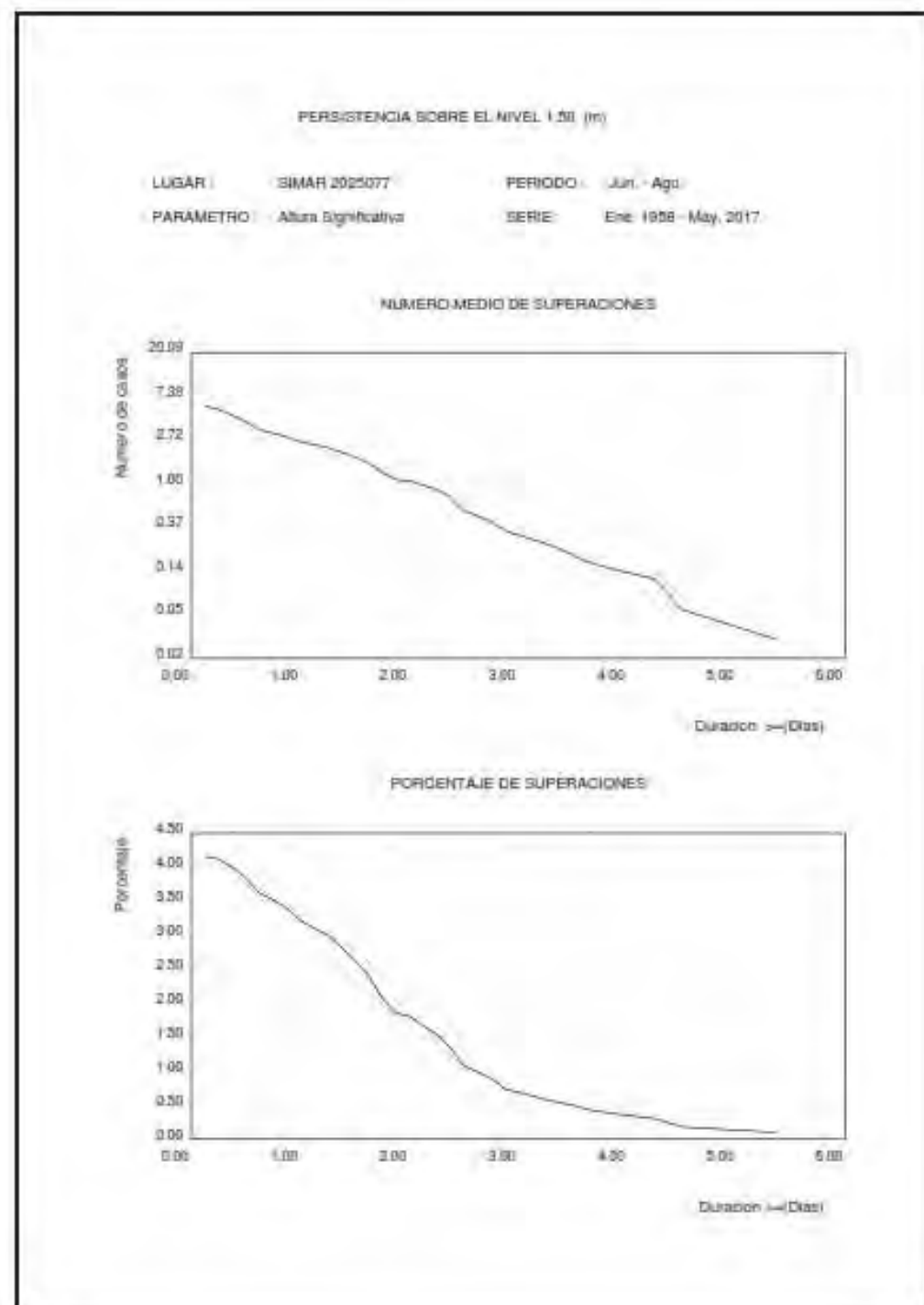
3 NODO SIMAR 2025077

52



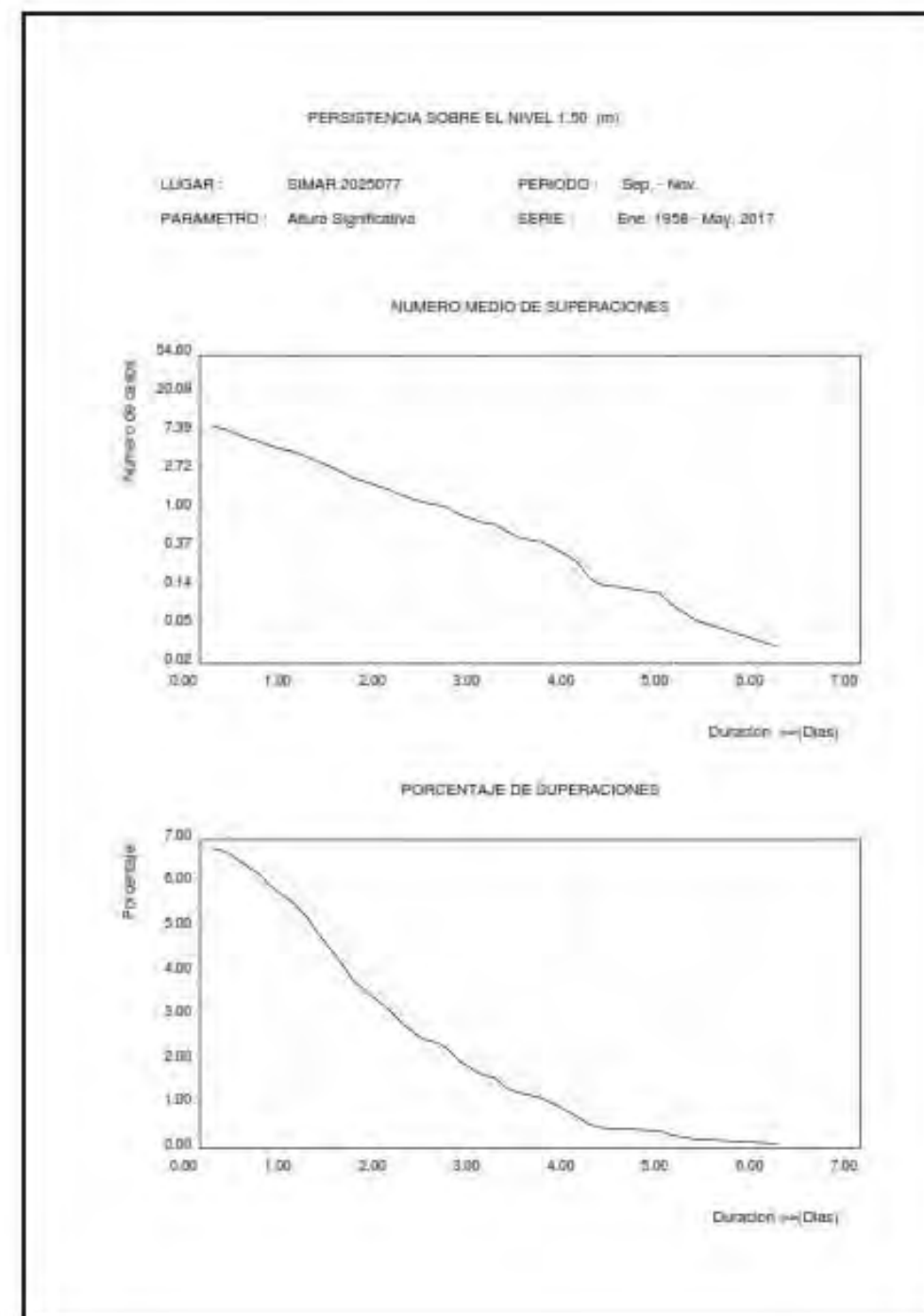
### 3. NODO SIMAR 2025077

33



### 3. NODO SIMAR 2025077

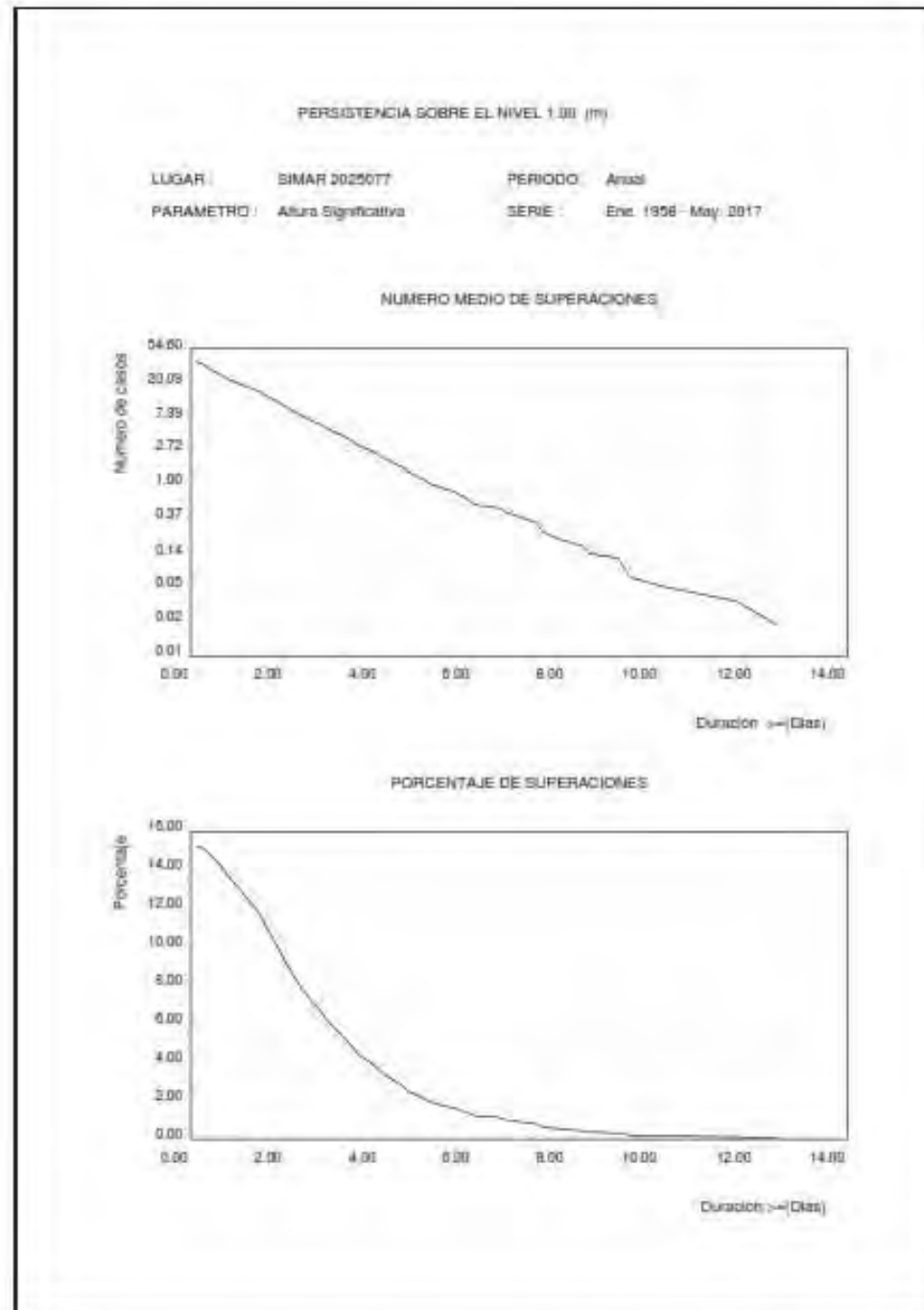
34



### 3 NODO SIMAR 2025077

55

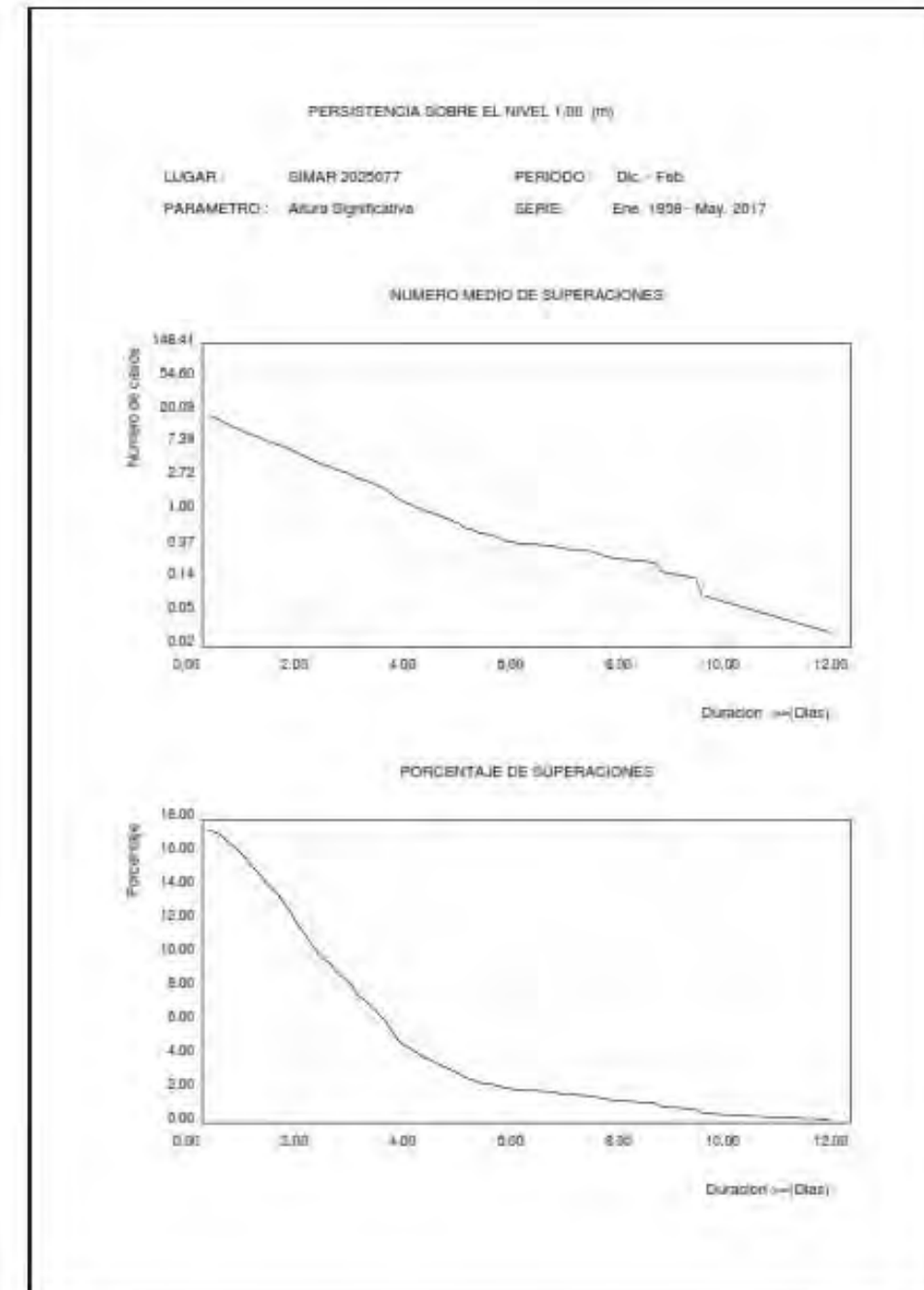
#### 3.18. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ANUAL



### 3 NODO SIMAR 2025077

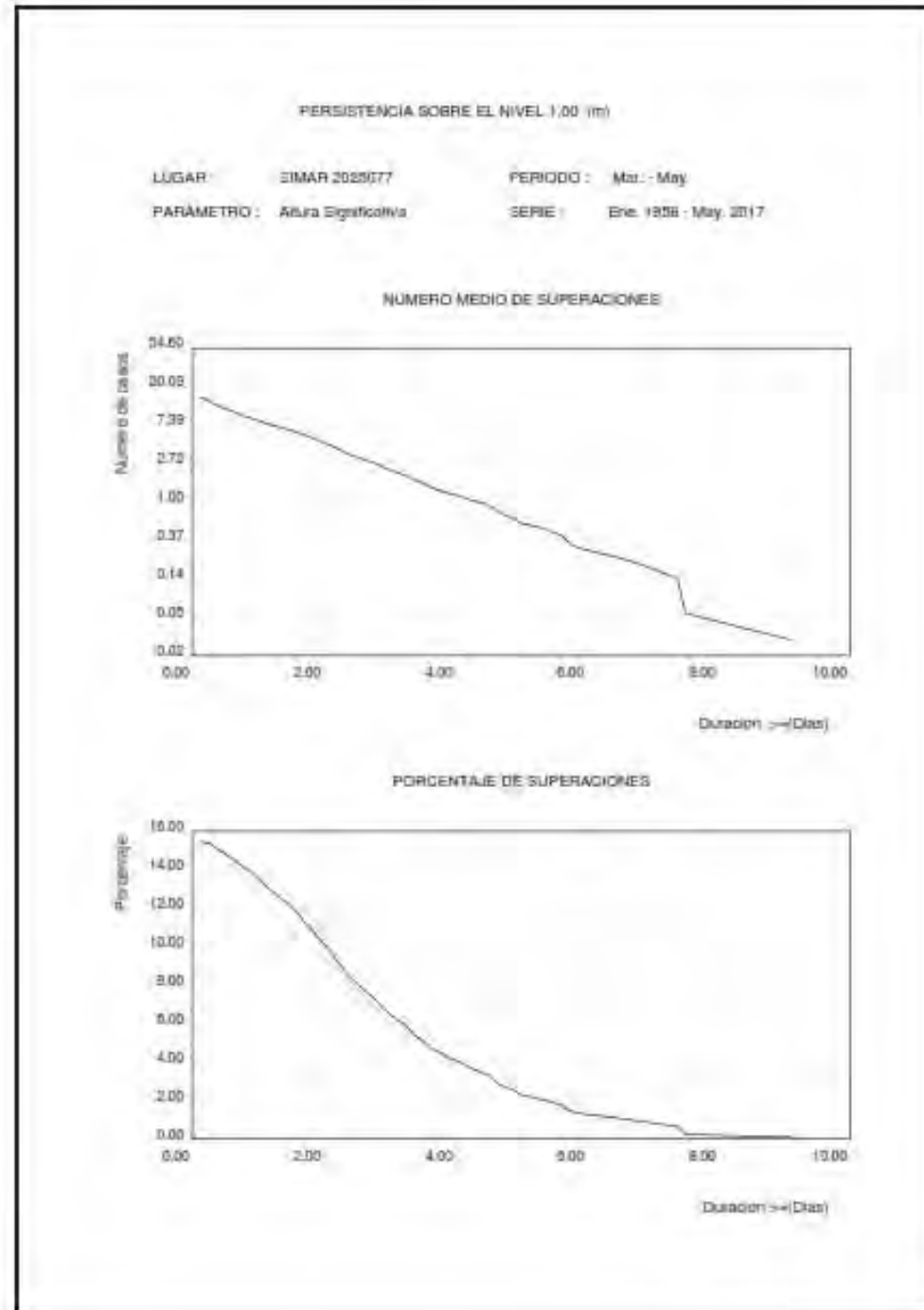
56

#### 3.19. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.0 (M) ESTACIONAL



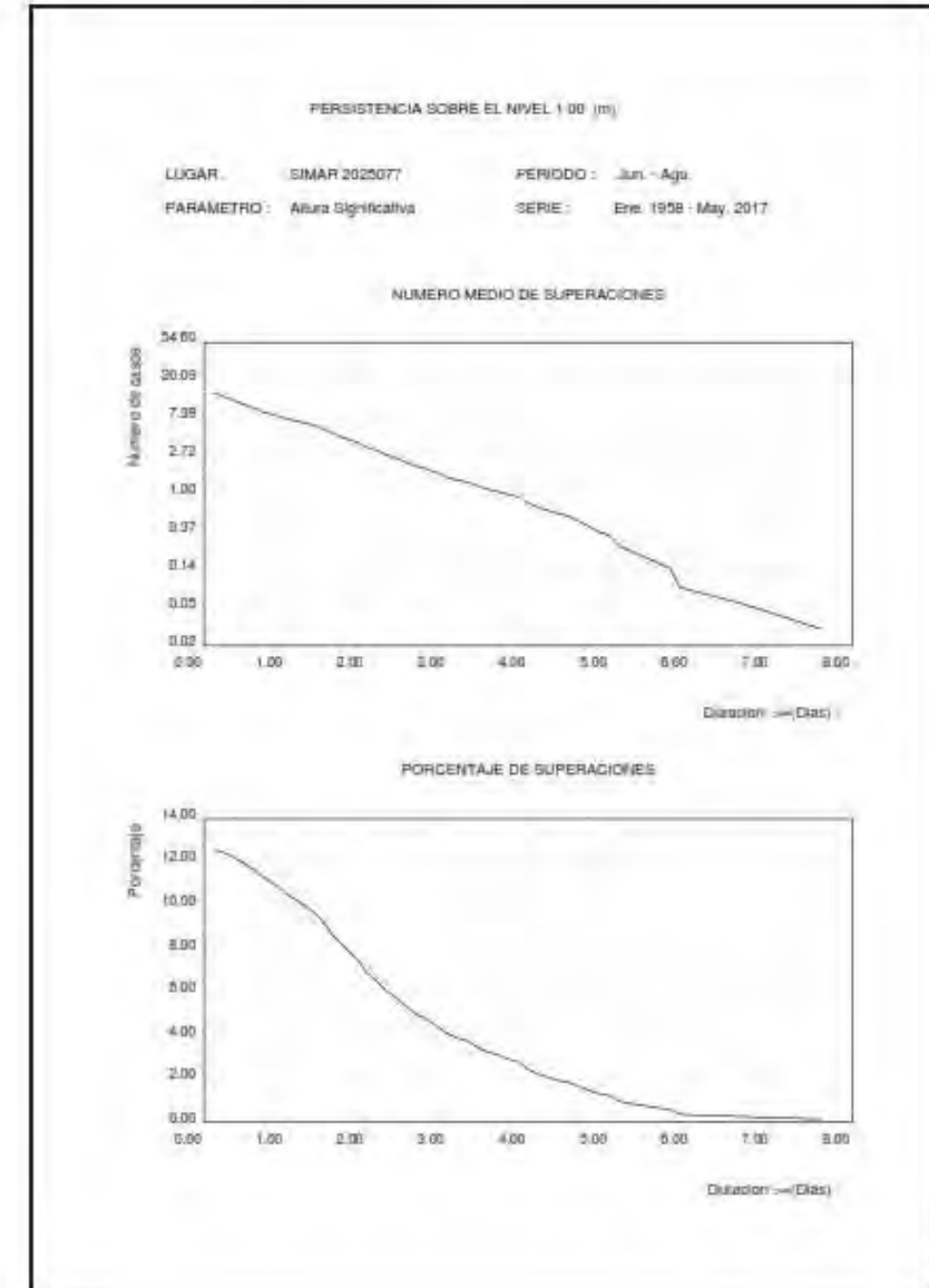
I NODO SIMAR 2025077

57



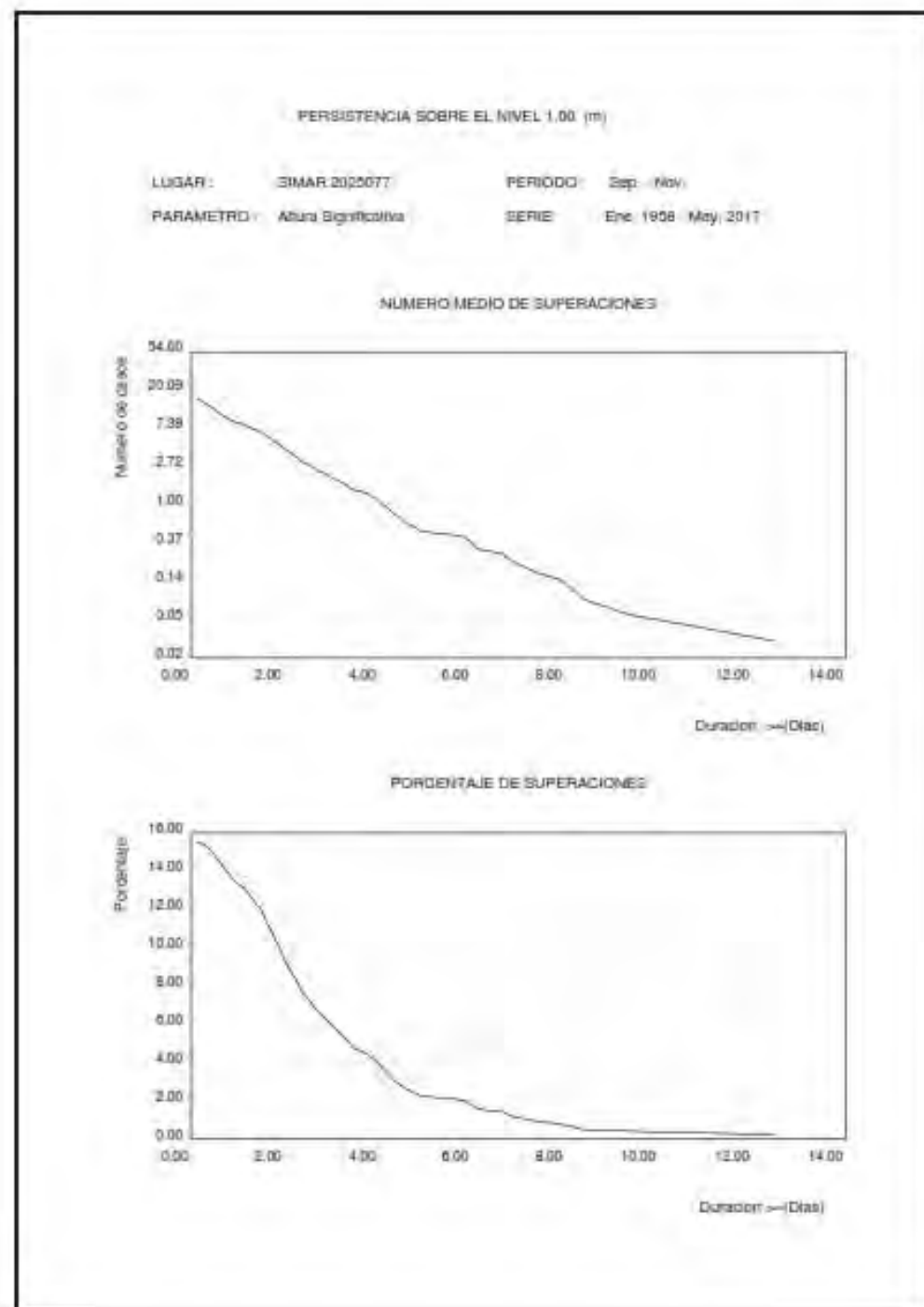
II NODO SIMAR 2025077

58



### 3. NODO SIMAR 2025077

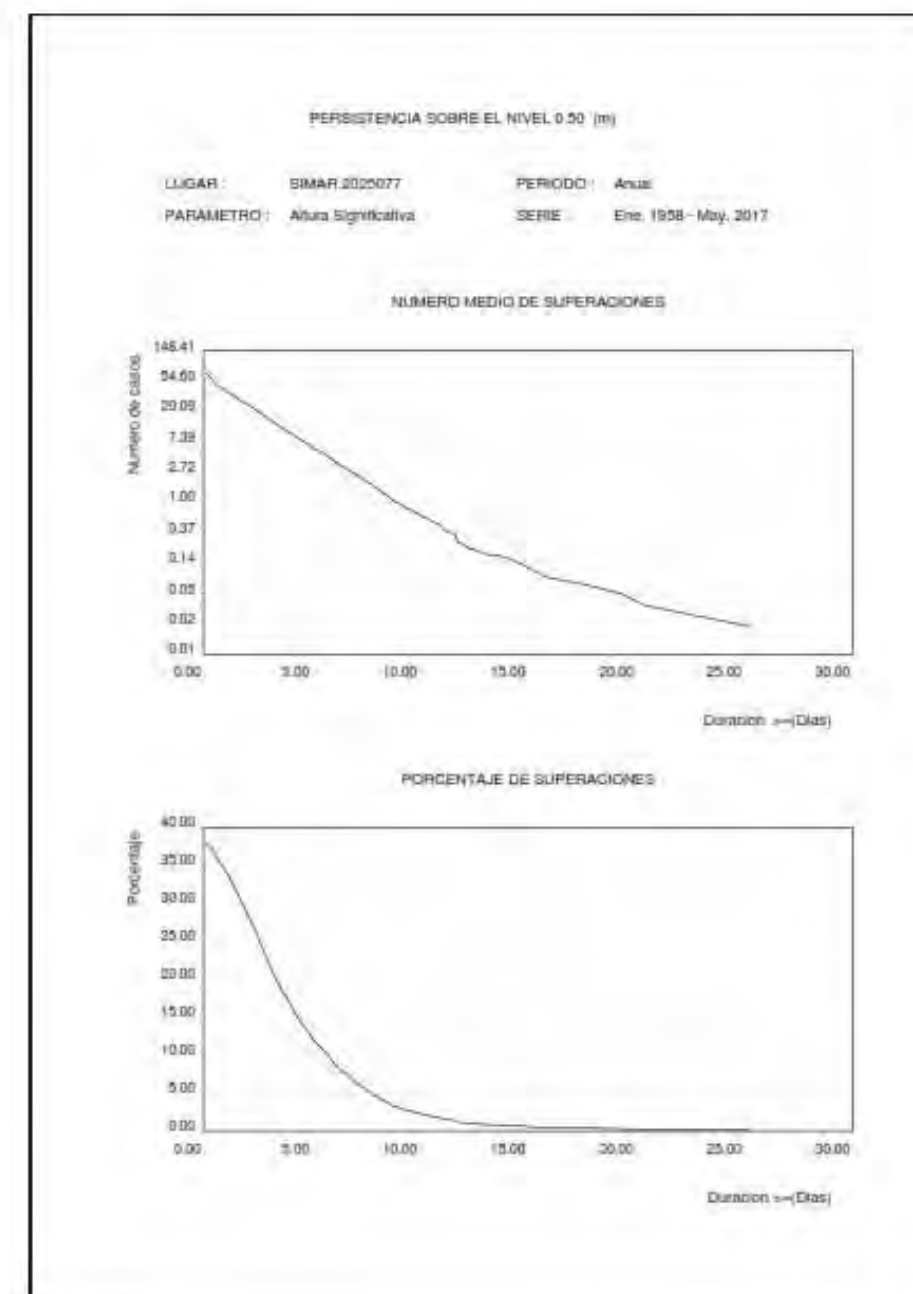
(3)



### 3. NODO SIMAR 2025077

(4)

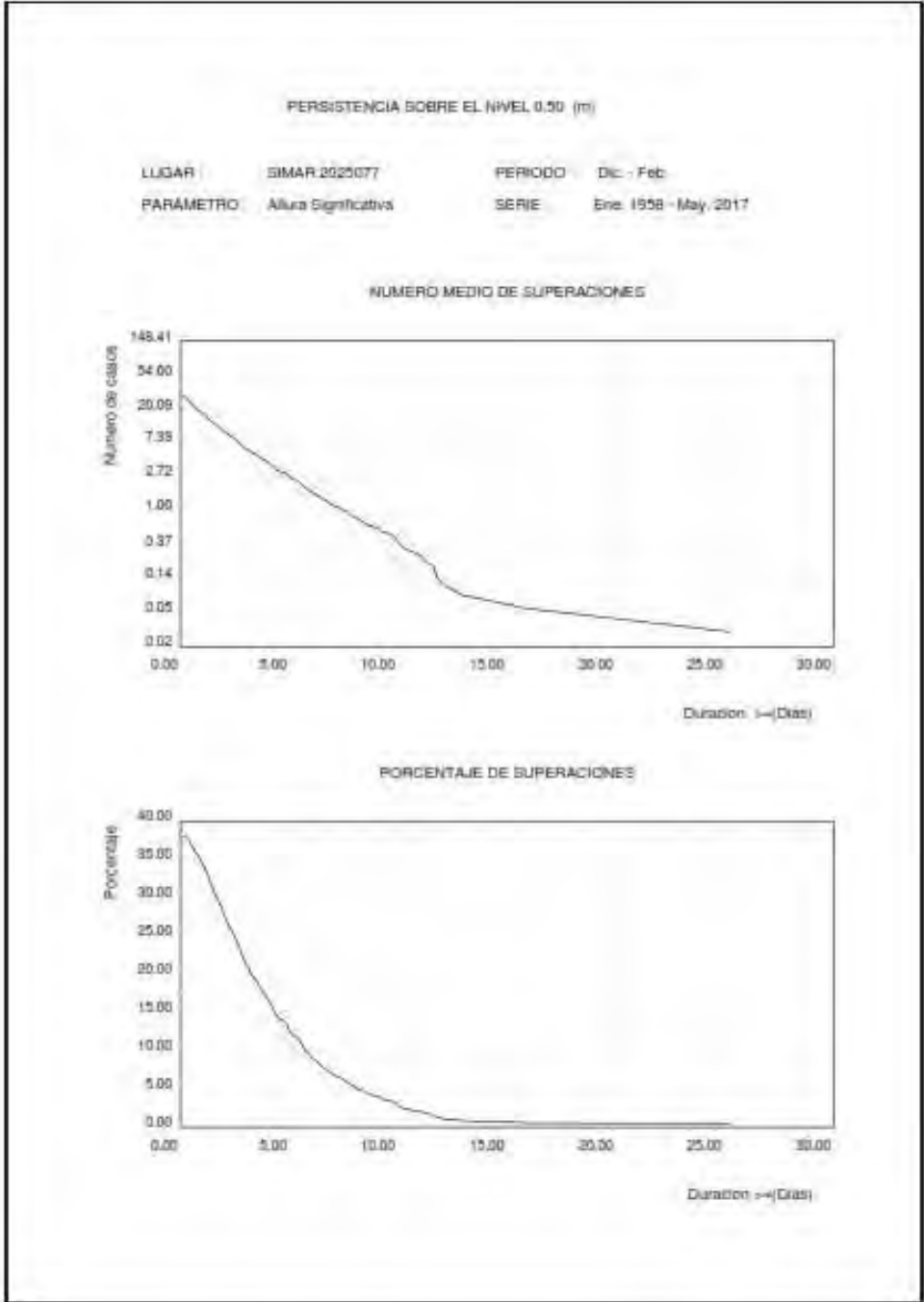
#### 3.20. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

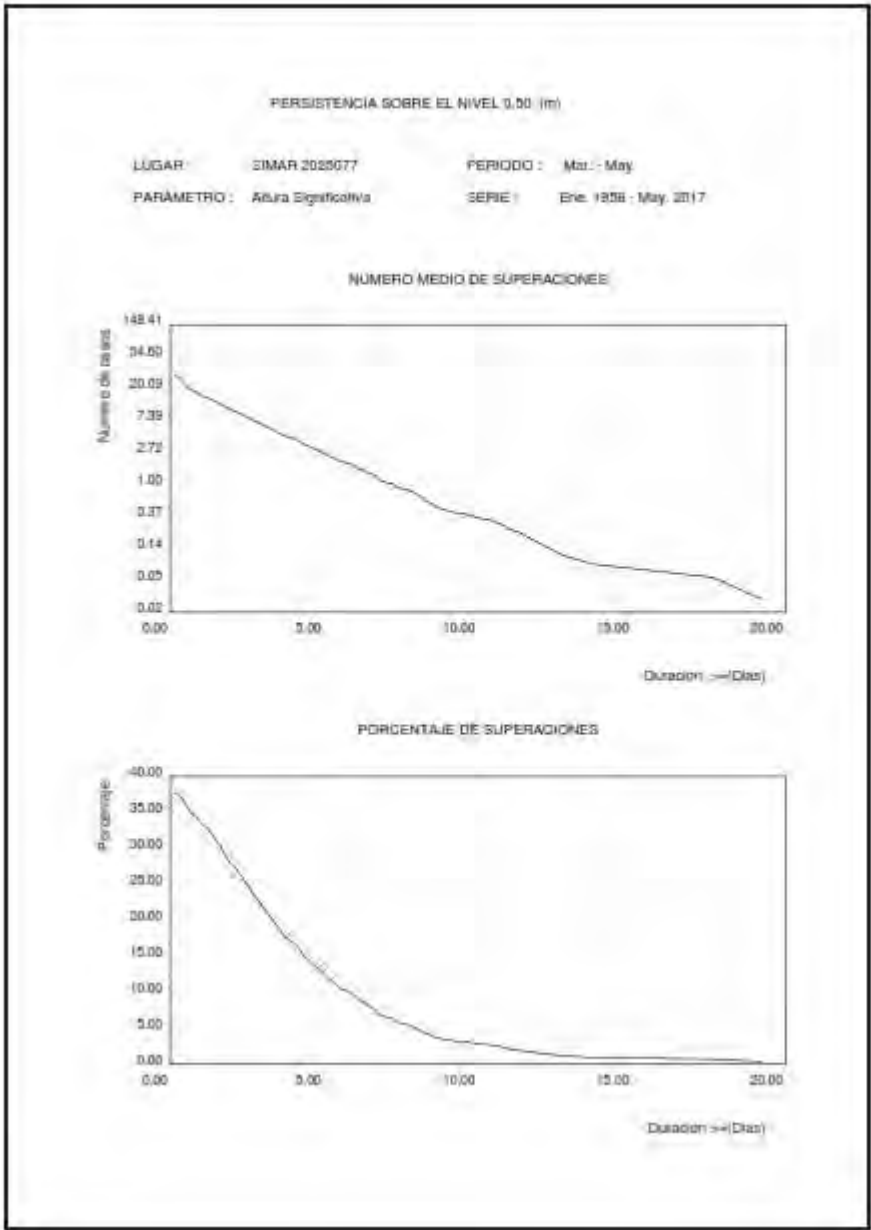
61

3.21. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0,5 (M) ESTACIONAL



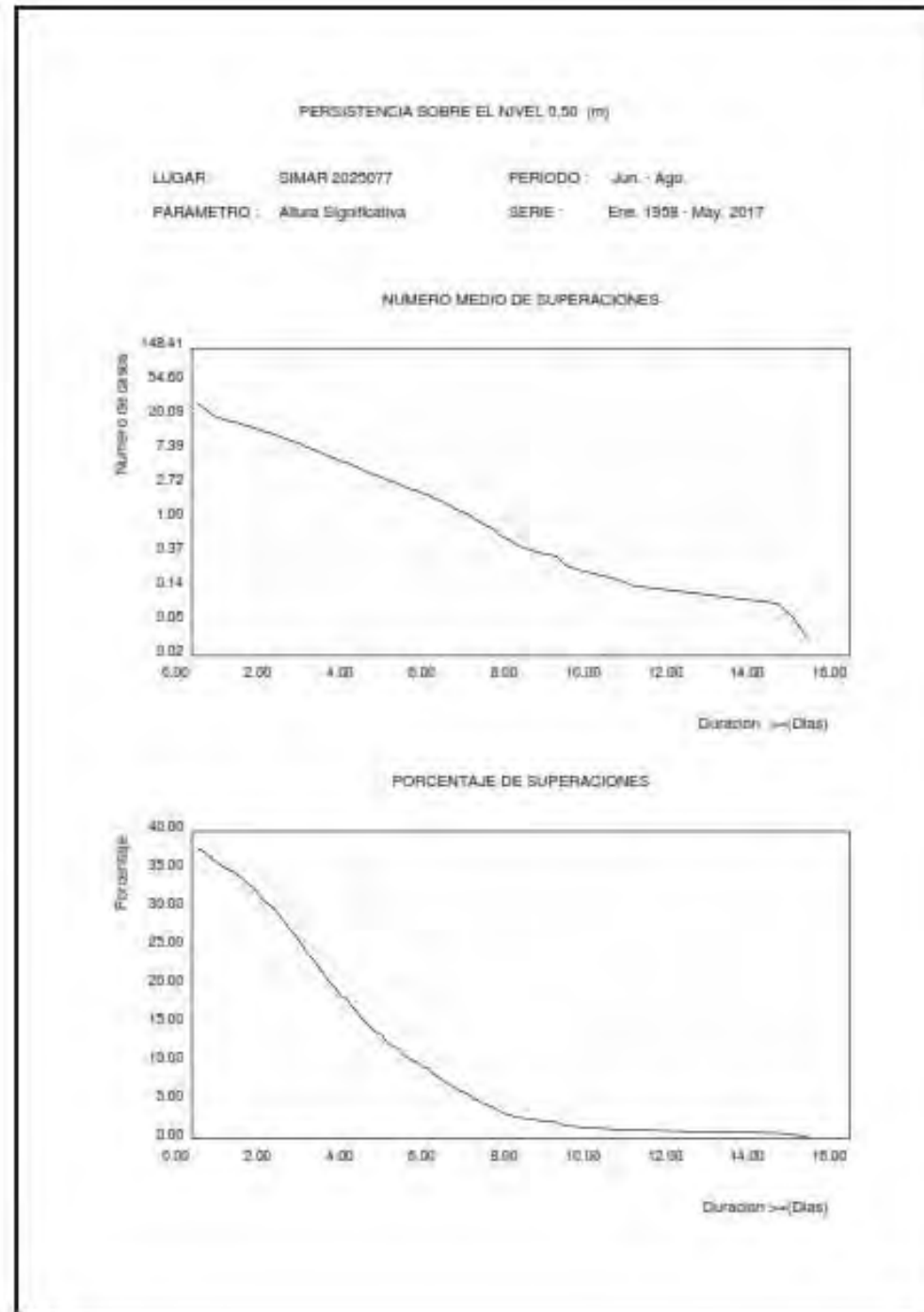
7 NODO SIMAR 2025077

62



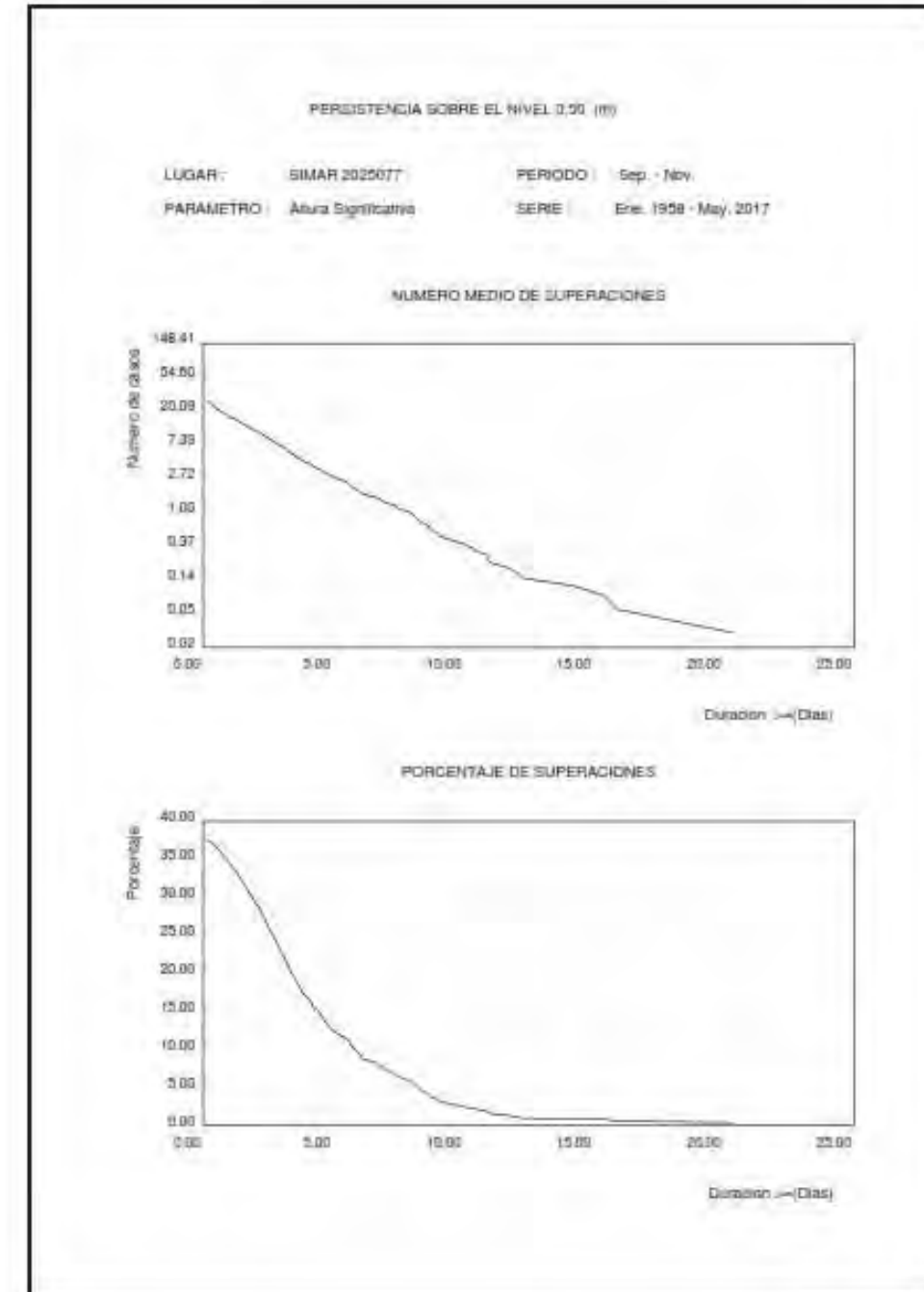
3 NODO SIMAR 2025077

63



3 NODO SIMAR 2025077

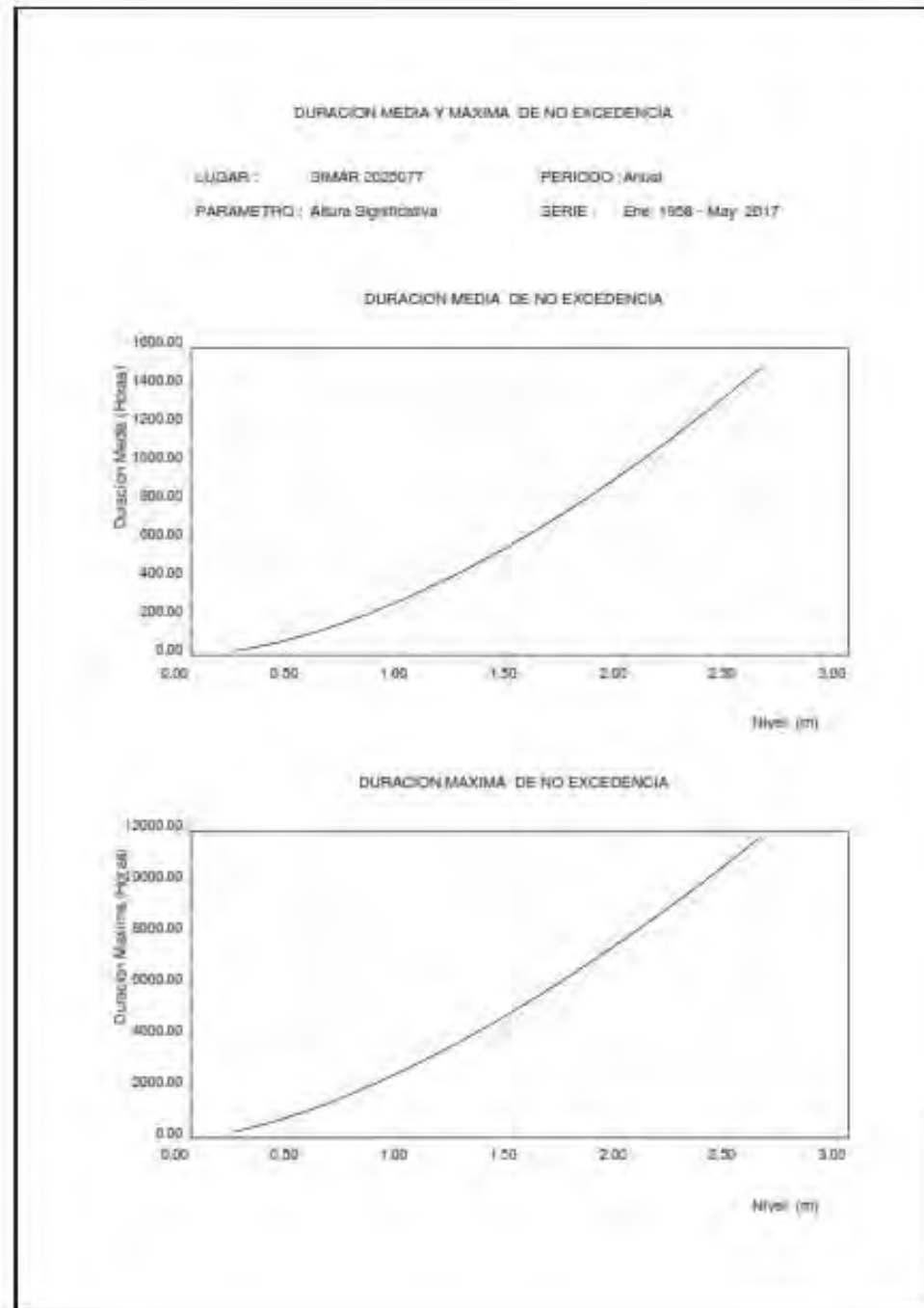
64



3 NODO SIMAR 2025077

65

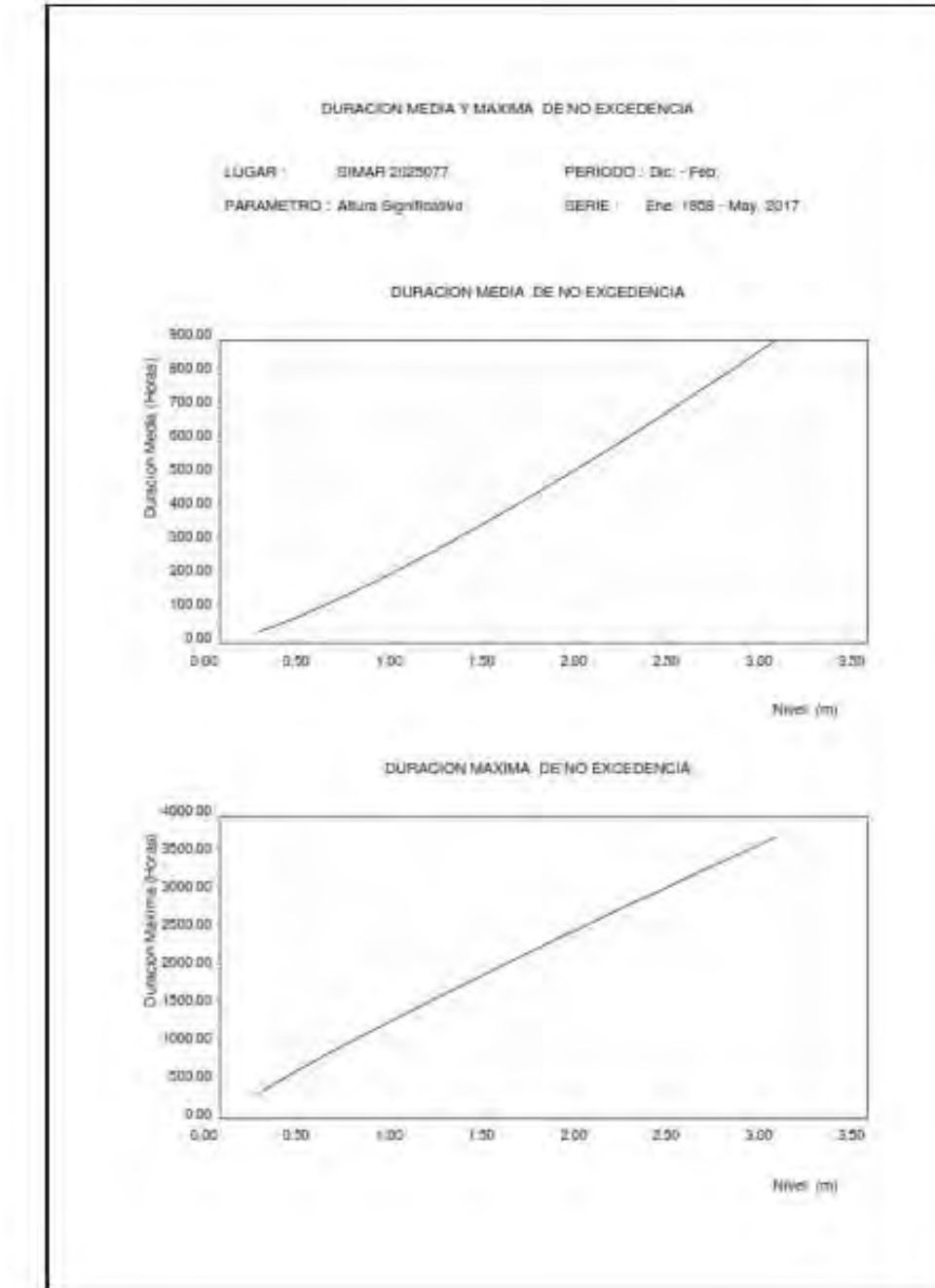
3.22. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

66

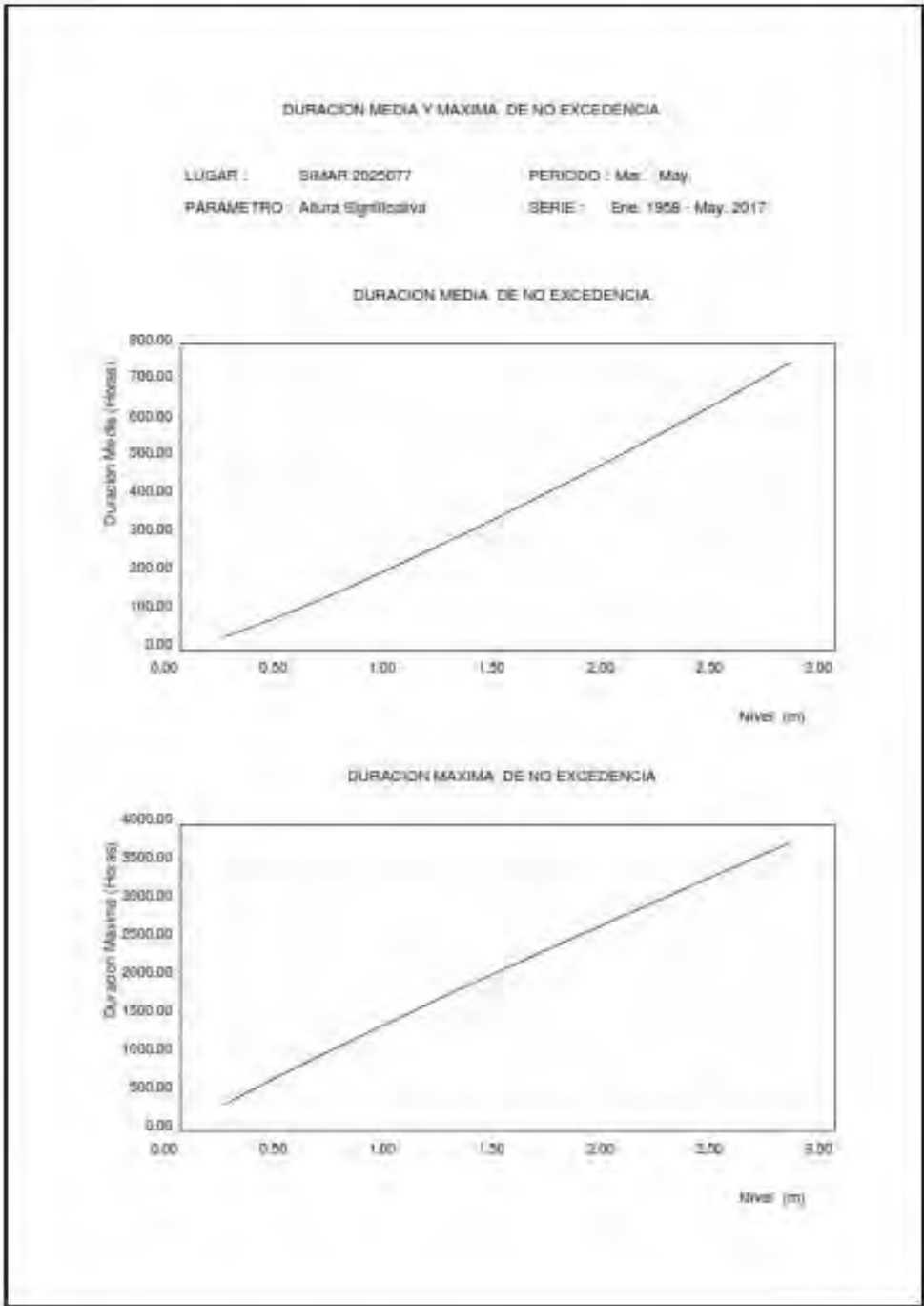
3.23. DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

67

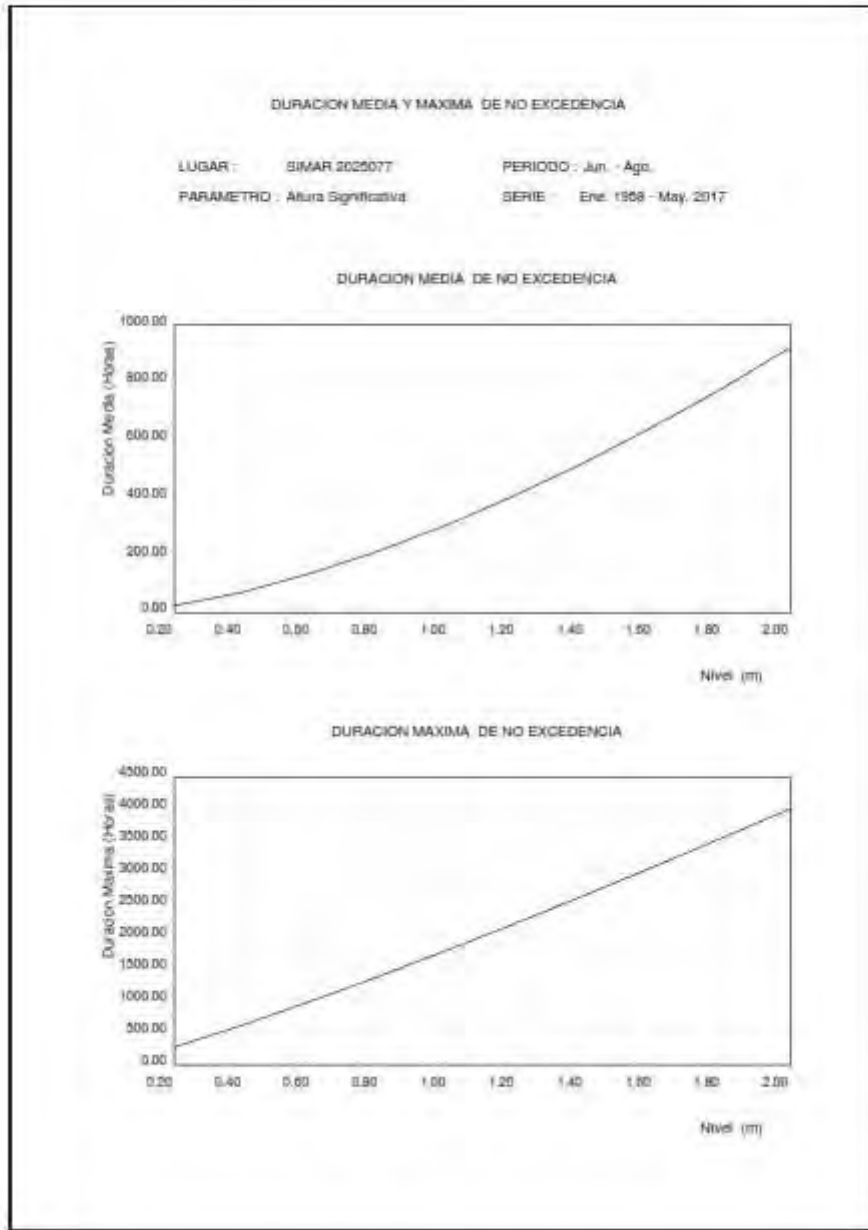
DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ESTACIONAL



3 NODO SIMAR 2025077

68

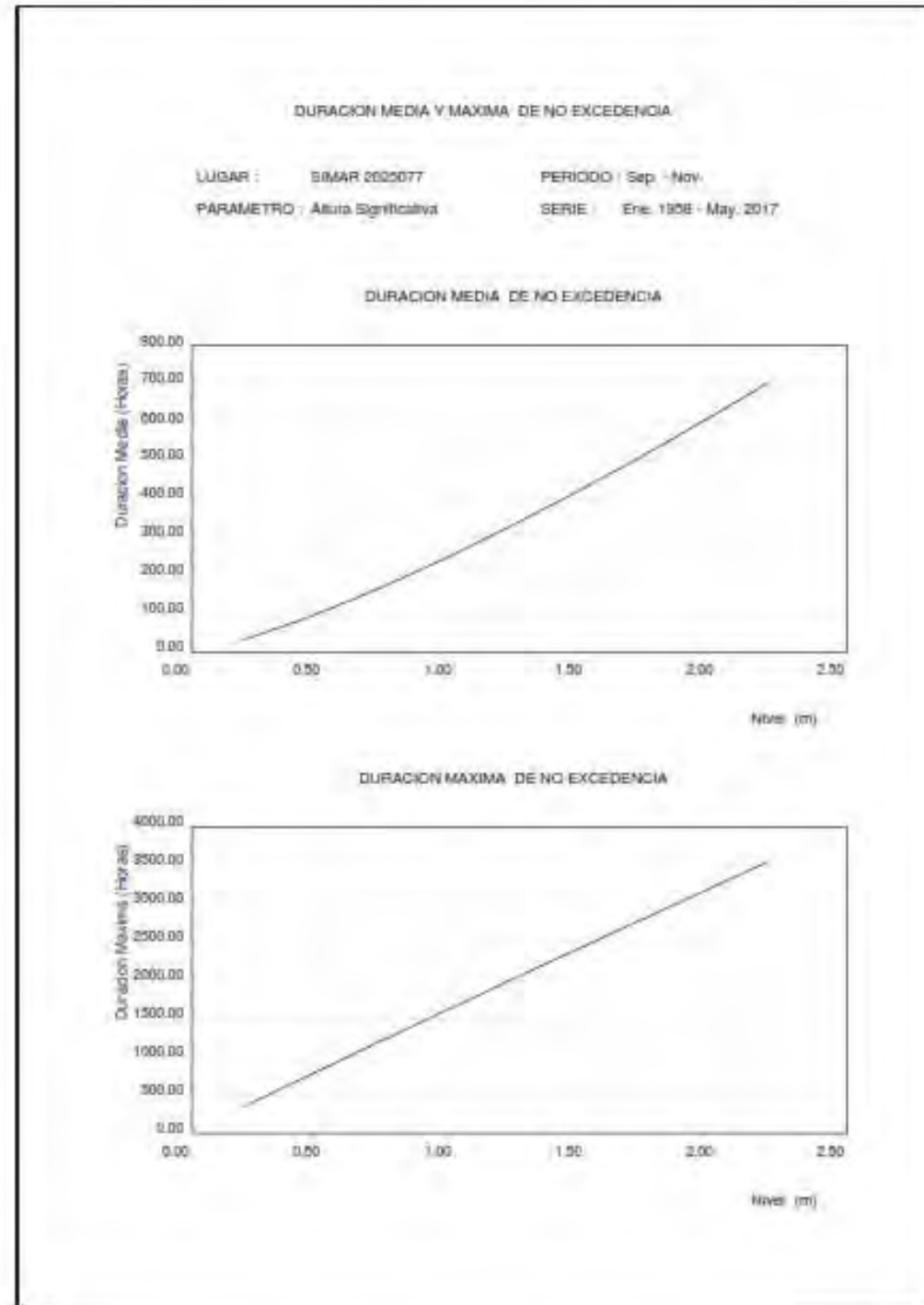
DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ESTACIONAL



### 3 NODO SIMAR 2025077

69

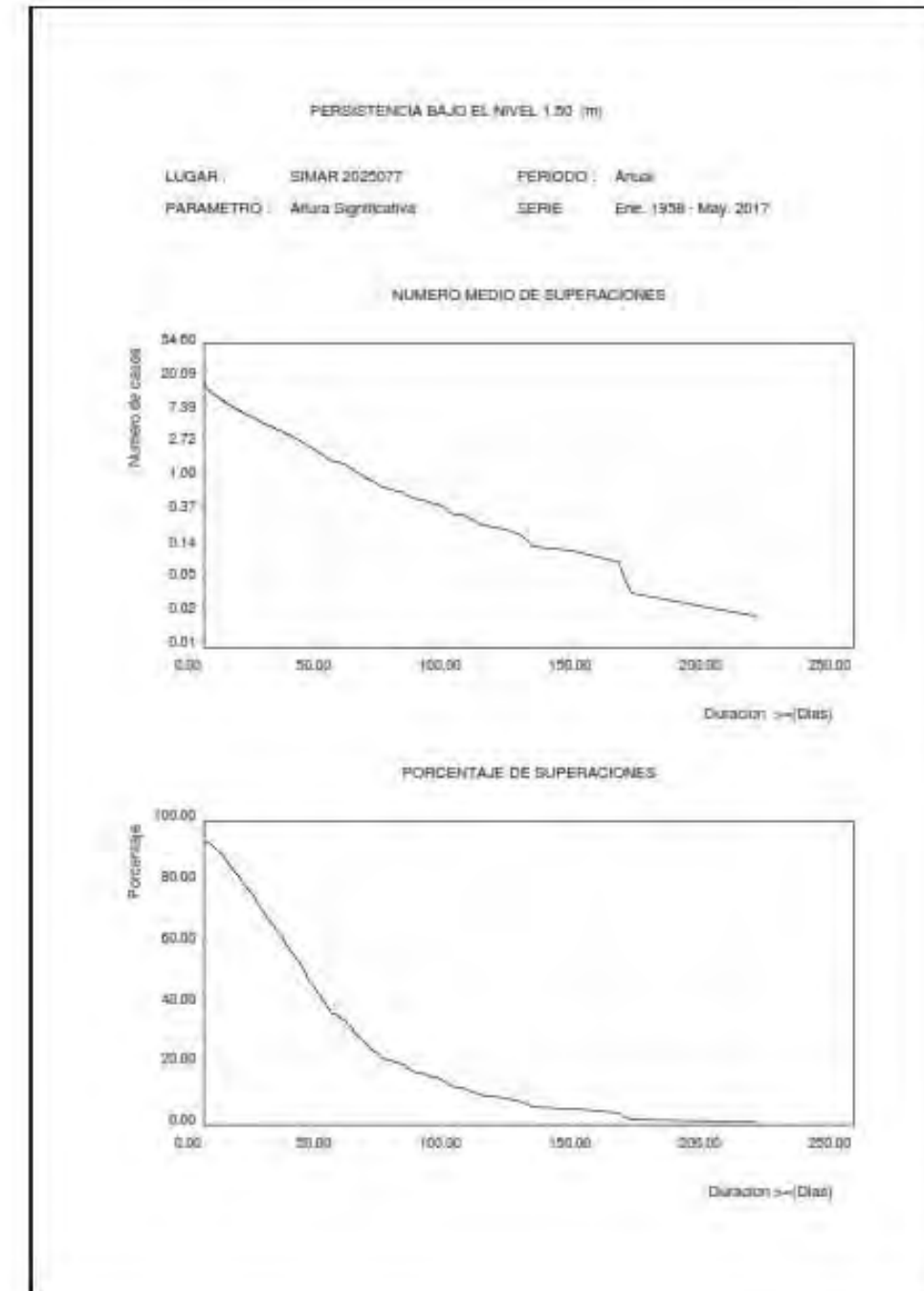
#### DURACIÓN MEDIA Y MÁXIMA DE NO EXCEDENCIA DE HS ESTACIONAL



### 3 NODO SIMAR 2025077

70

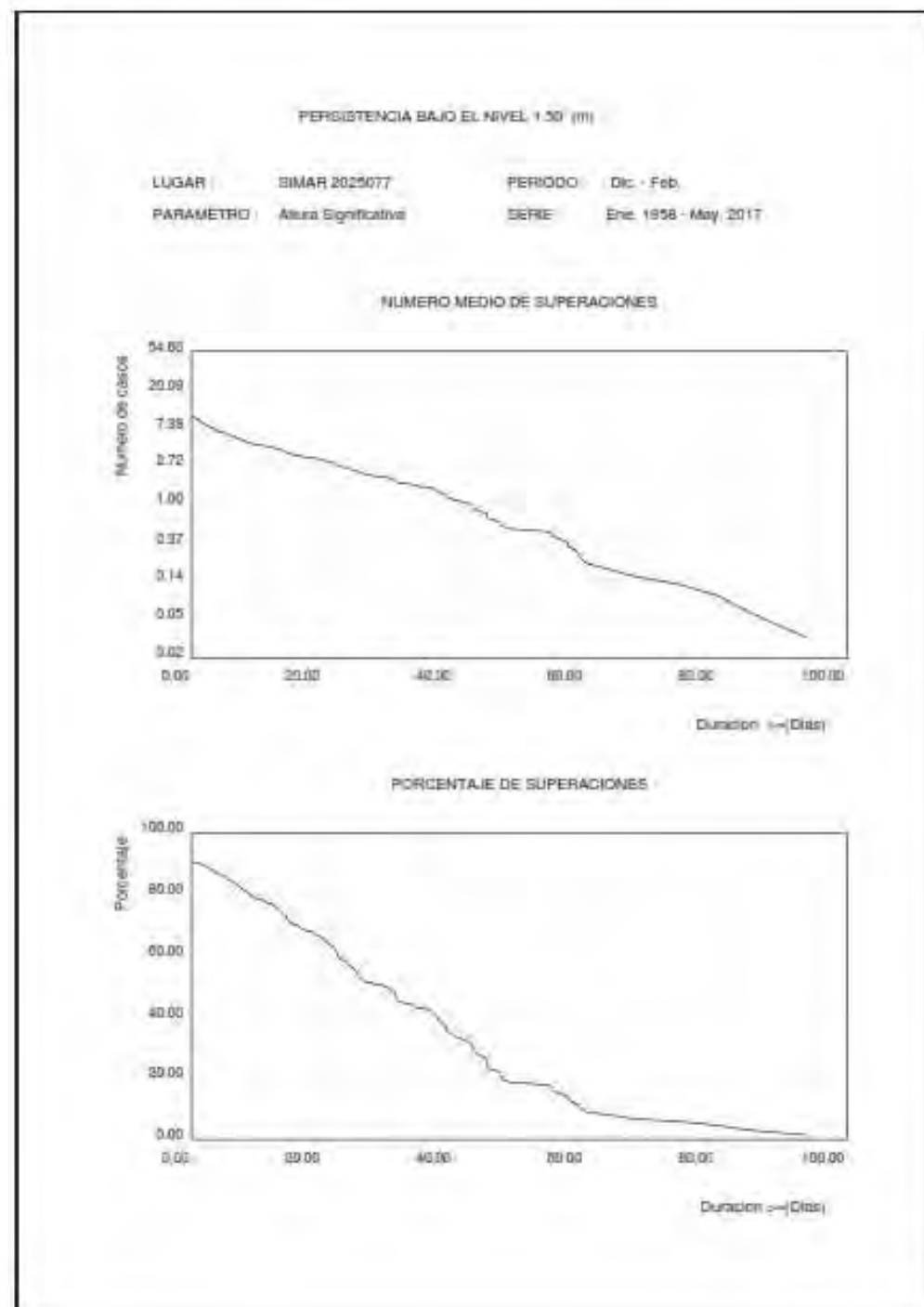
#### 3.24. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1.5 (M) ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

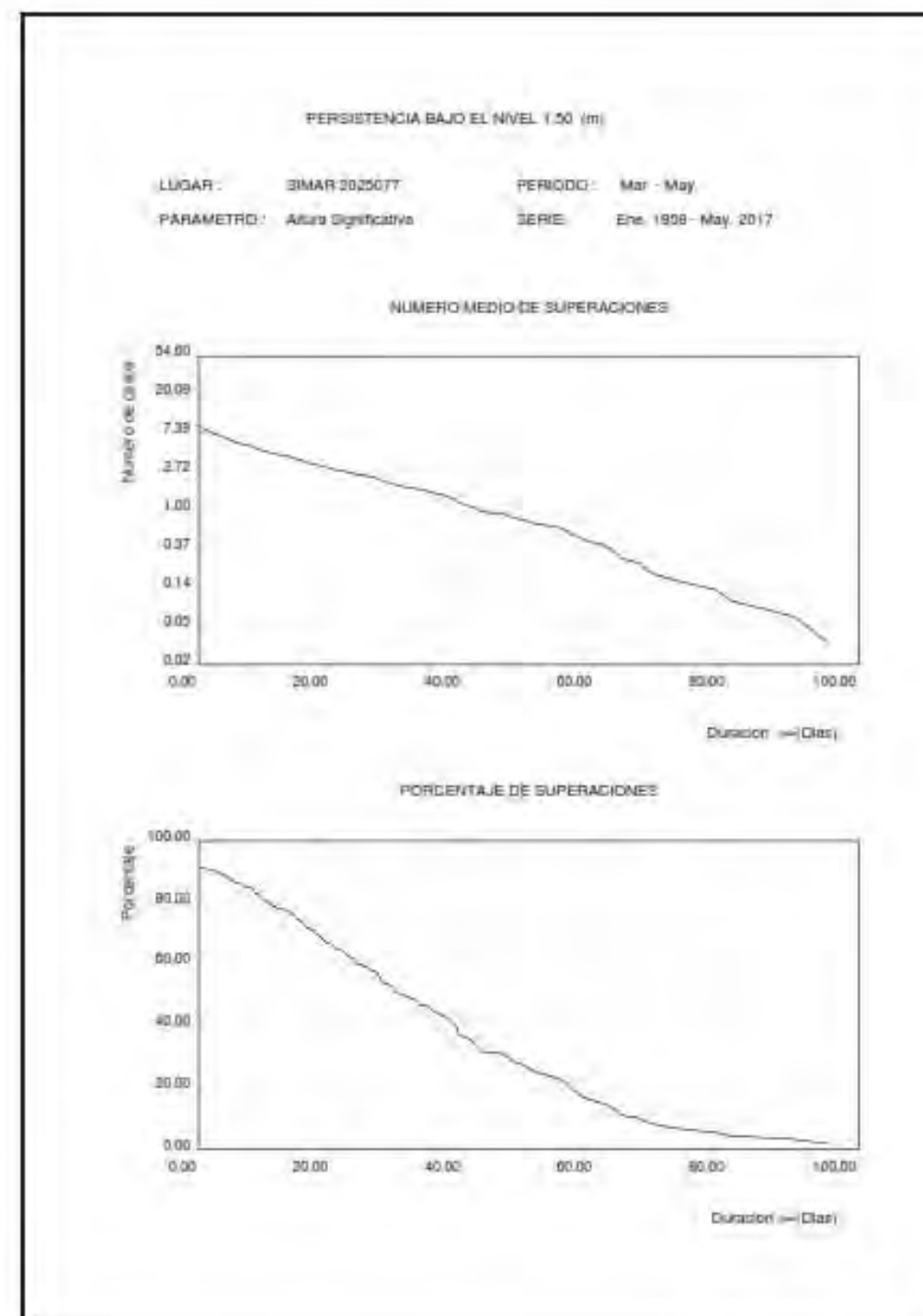
71

### 3.25. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1.5 (M) ESTACIONAL



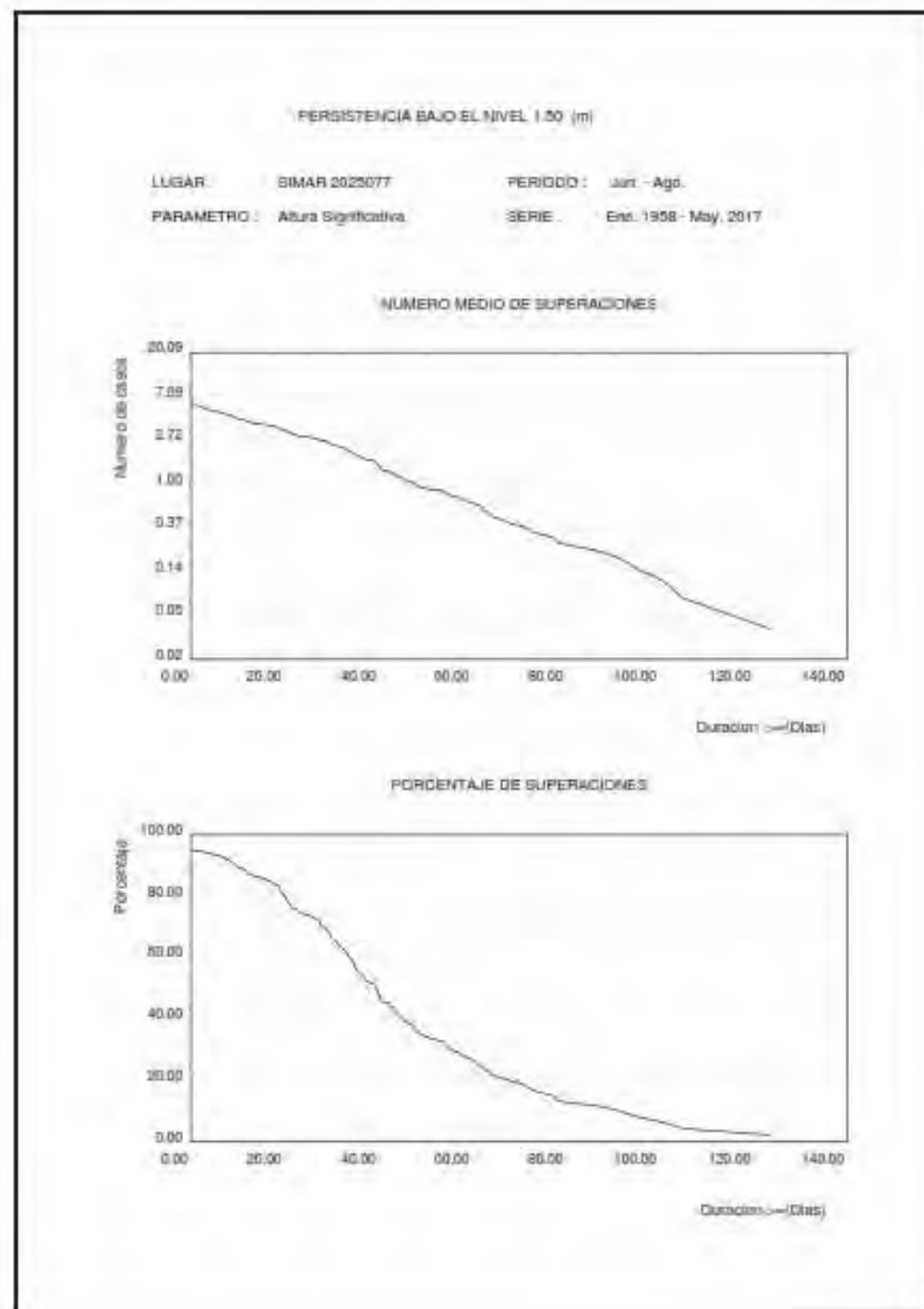
3 NODO SIMAR 2025077

72



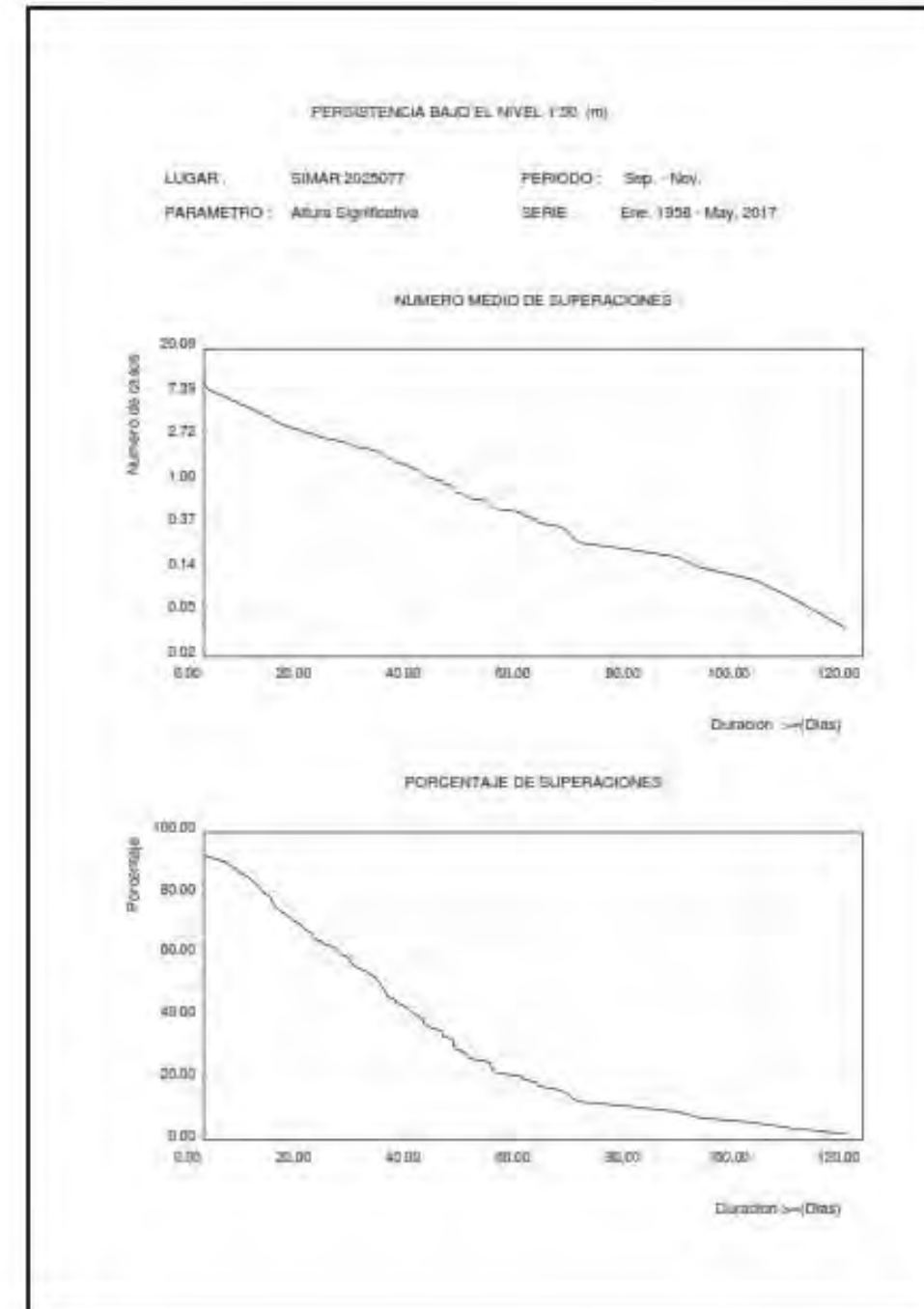
3 NODO SIMAR 2025077

73



3 NODO SIMAR 2025077

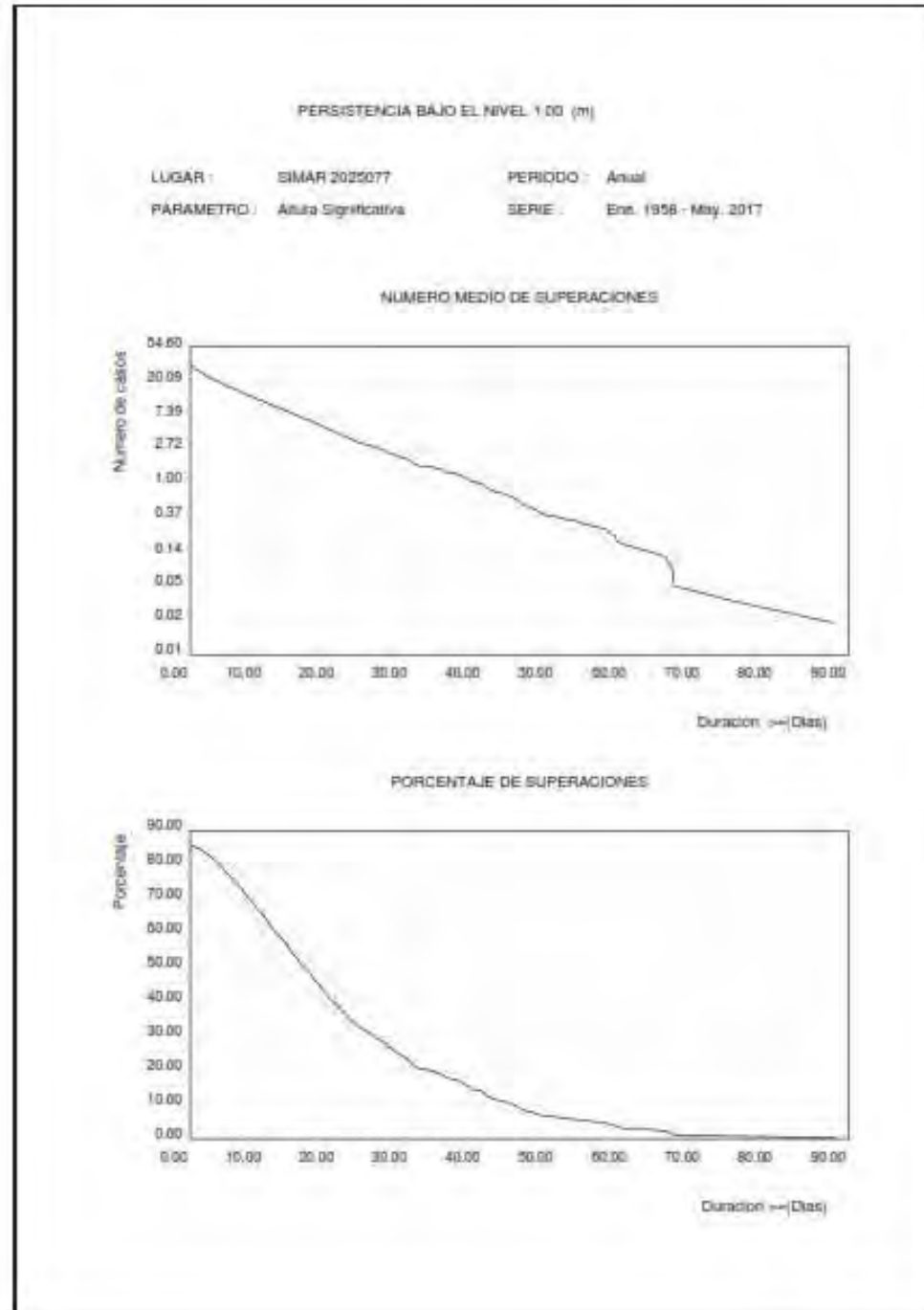
74



3 NODO SIMAR 2025077

75

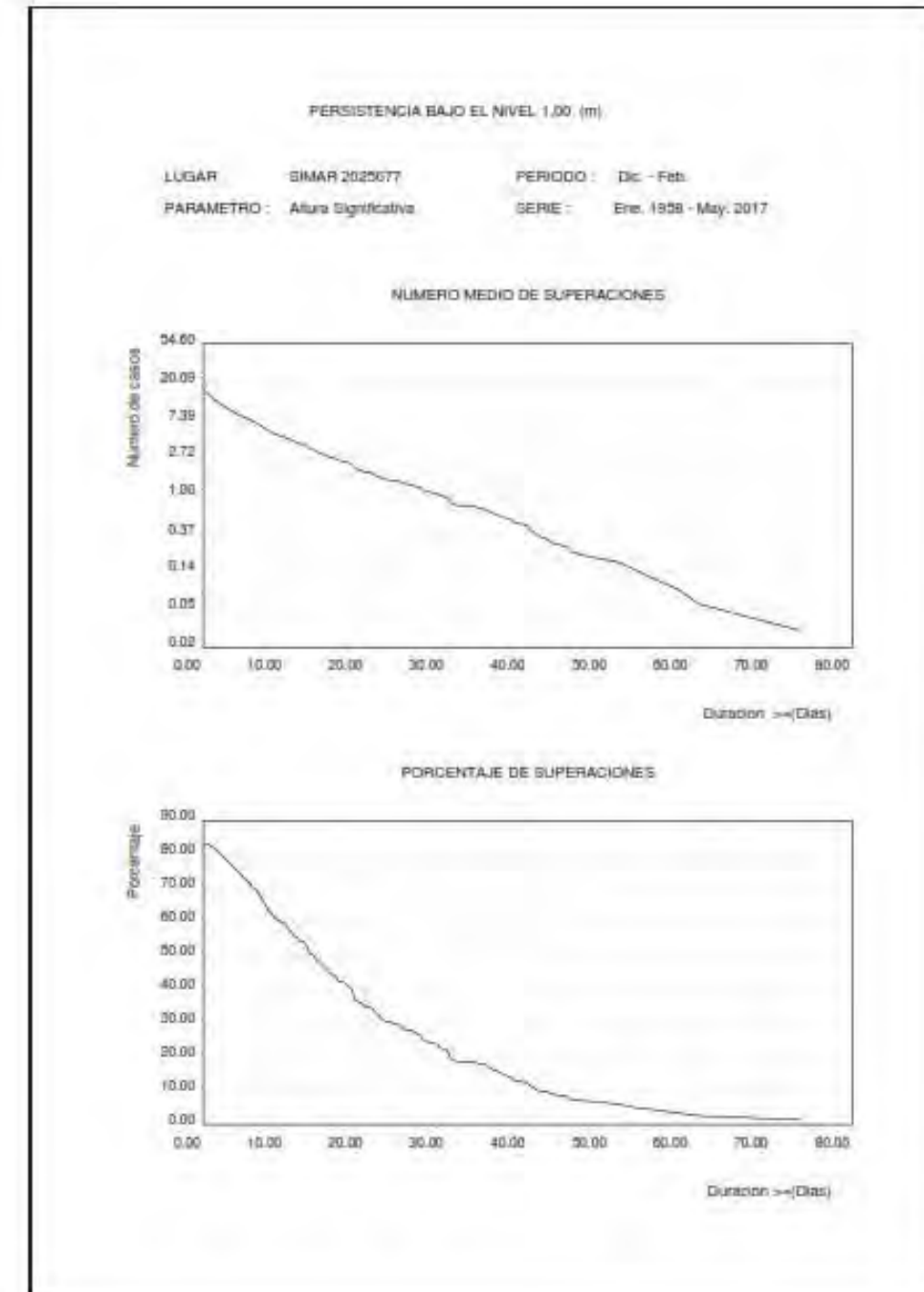
### 3.26. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1,0 (M) ANUAL



3 NODO SIMAR 2025077

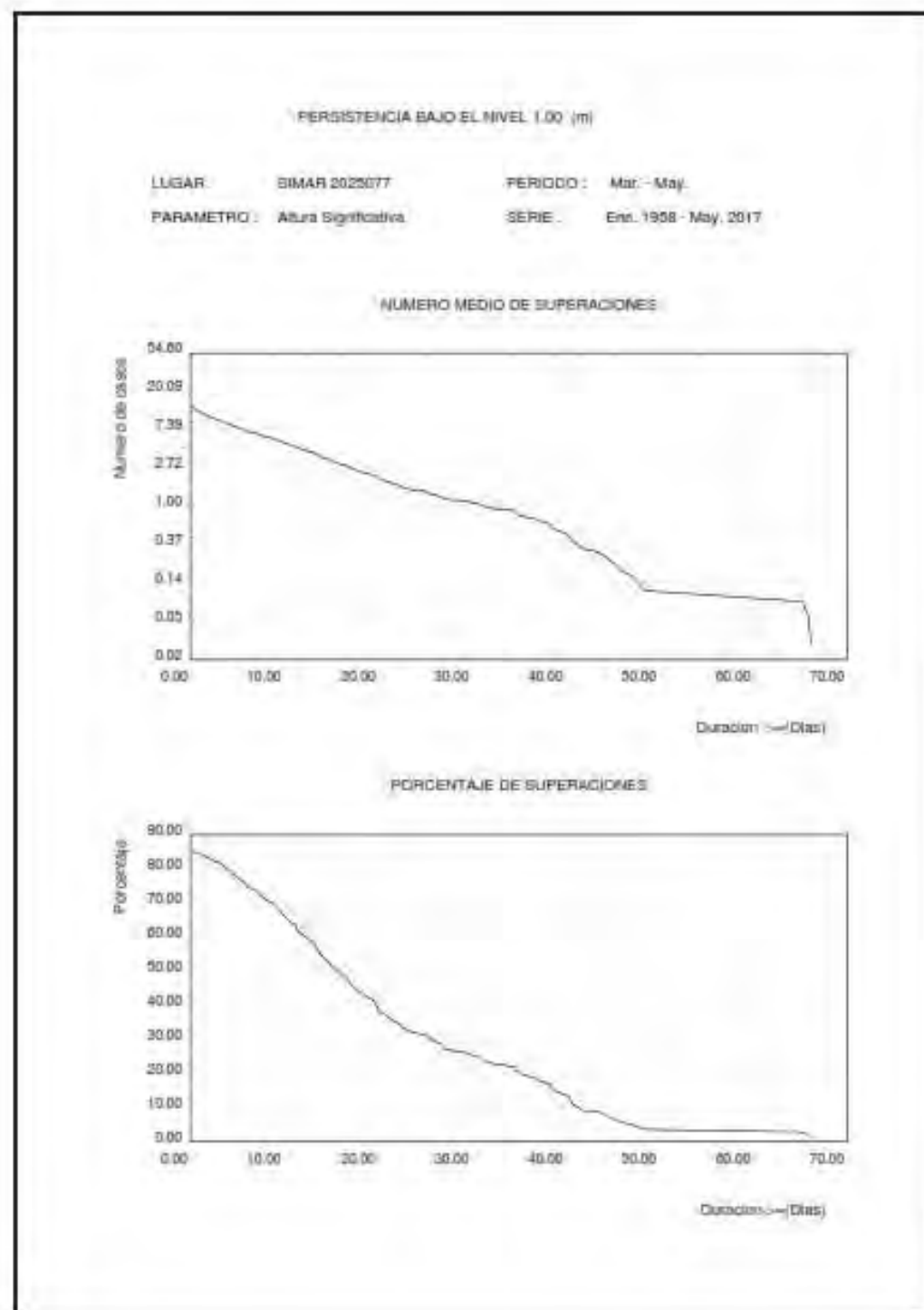
76

### 3.27. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 1,0 (M) ESTACIONAL



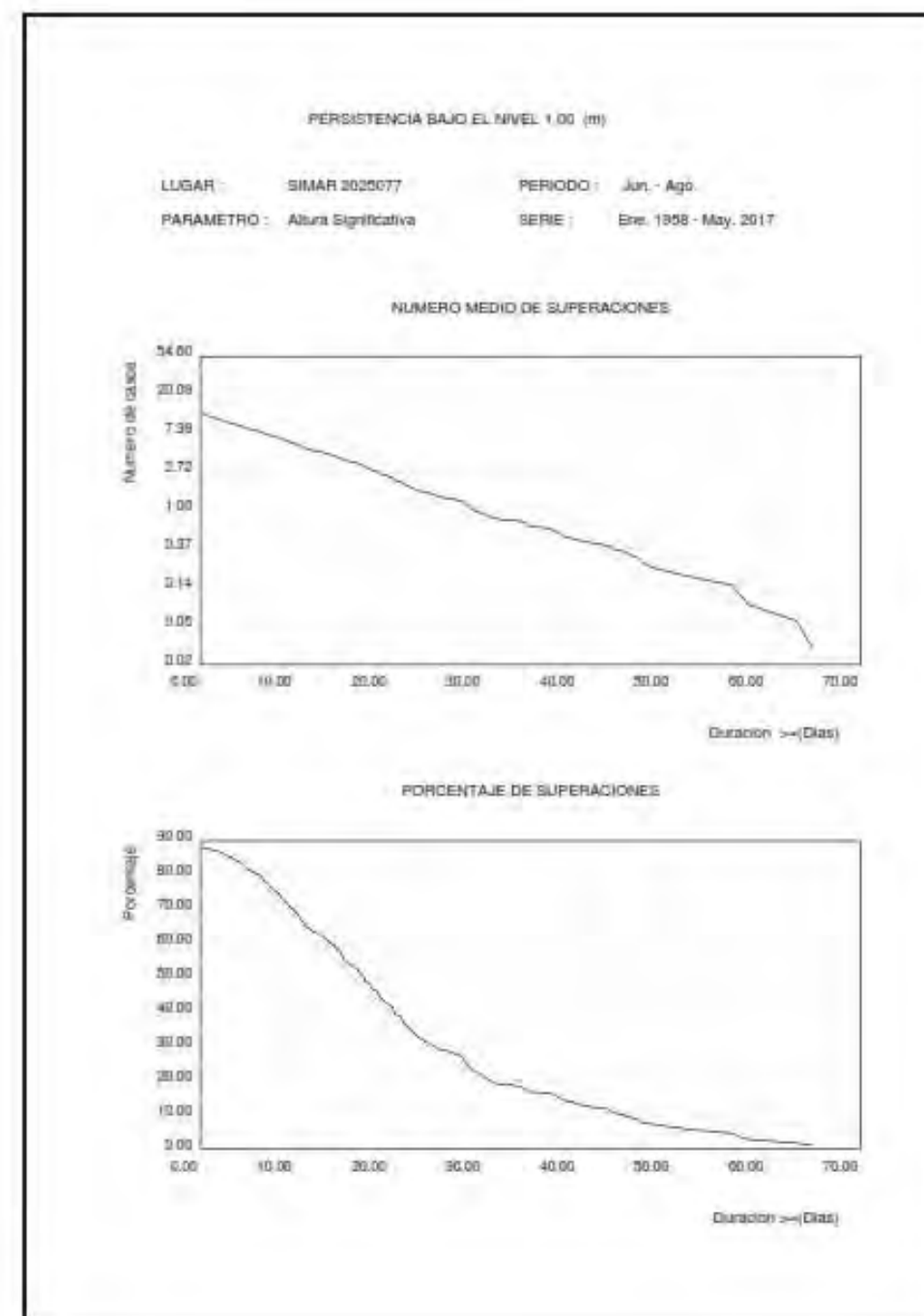
3 NODO SIMAR 2025077

77



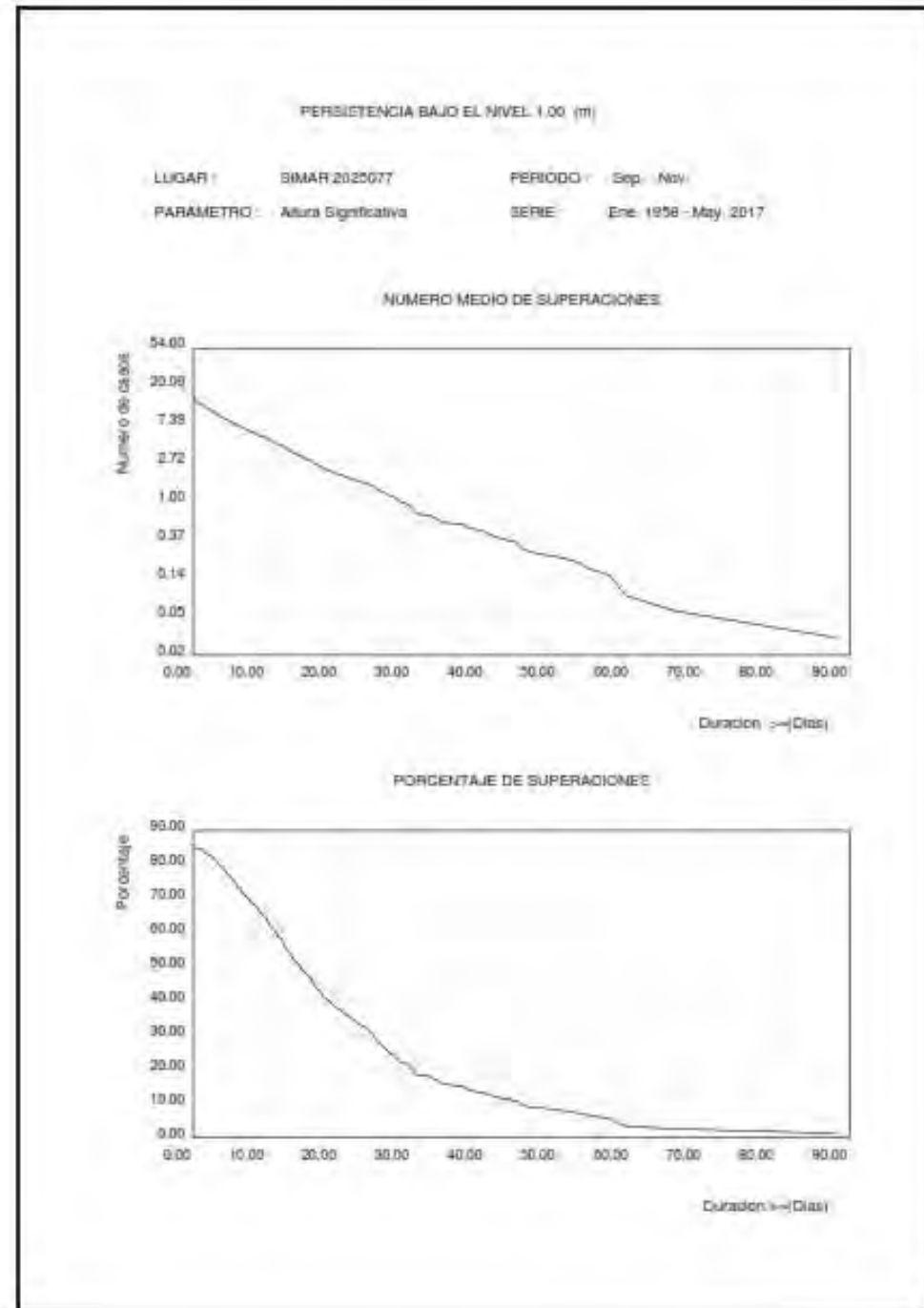
3 NODO SIMAR 2025077

78



3 NODO SIMAR 2025077

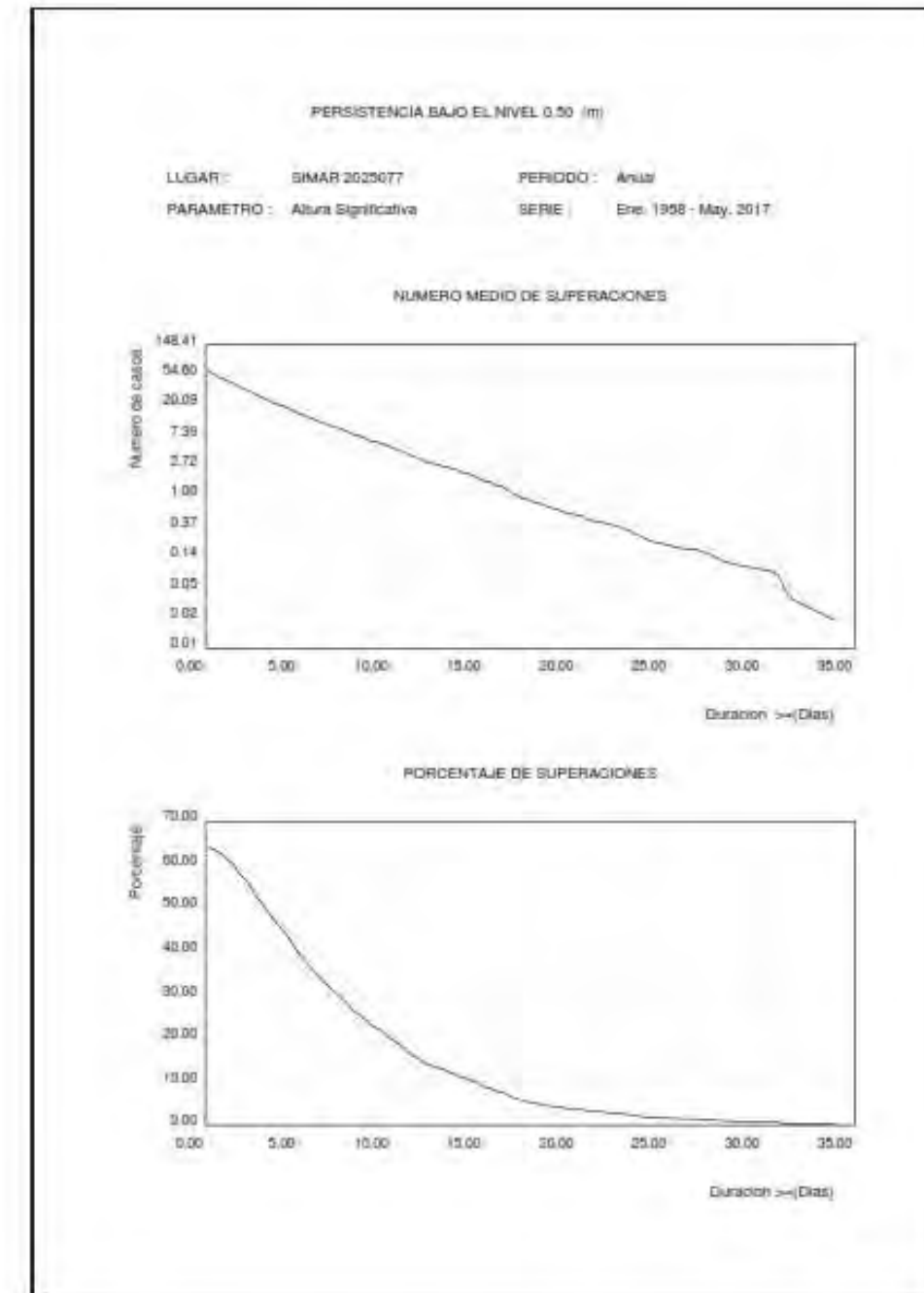
70



3 NODO SIMAR 2025077

80

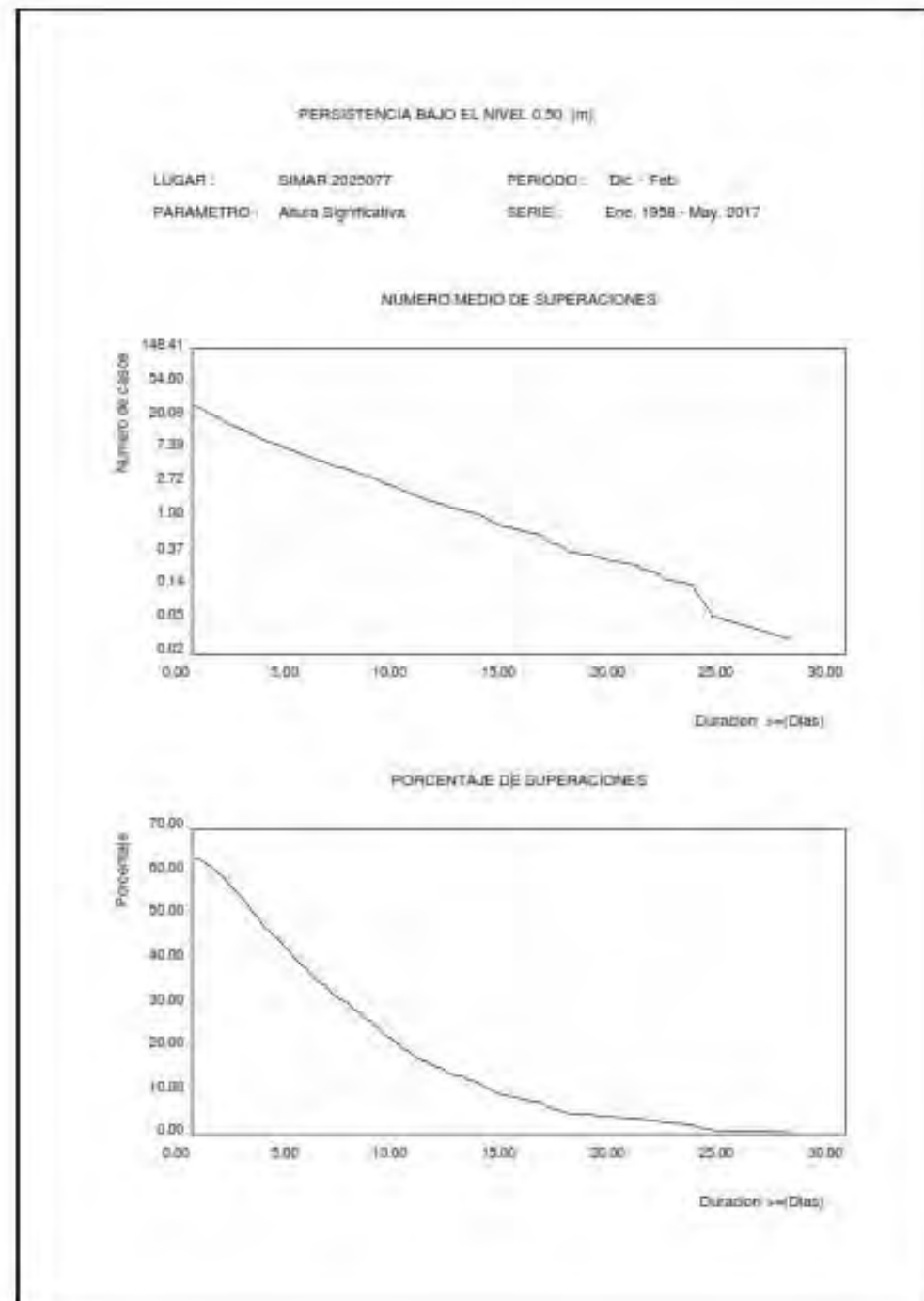
3.28. PERSISTENCIAS DE HS BAJO 0.5 (m) ANUAL



### 3 NODO SIMAR 2025077

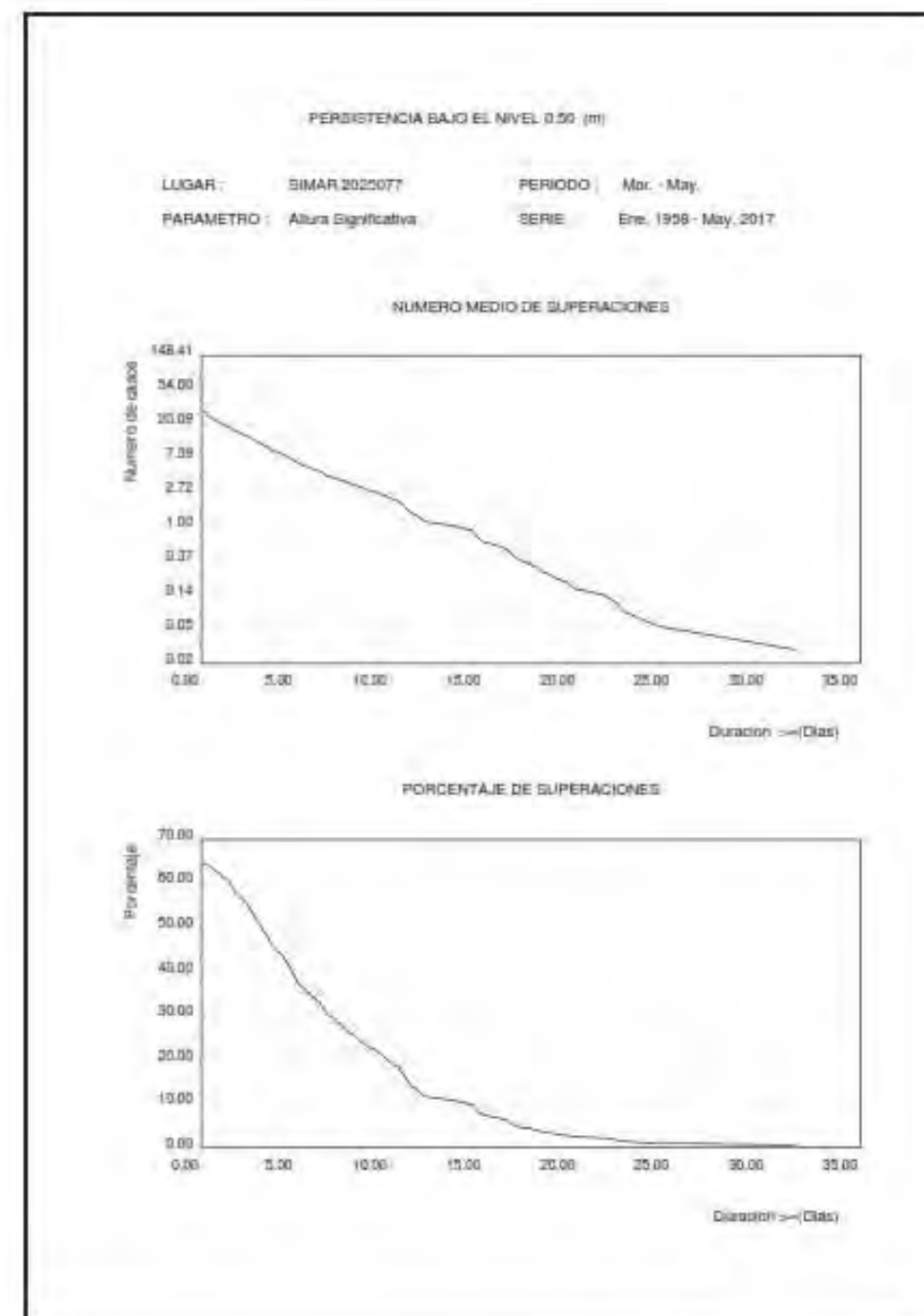
81

#### 3.29. PERSISTENCIAS DE Hs BAJO 0.5 (m) ESTACIONAL.



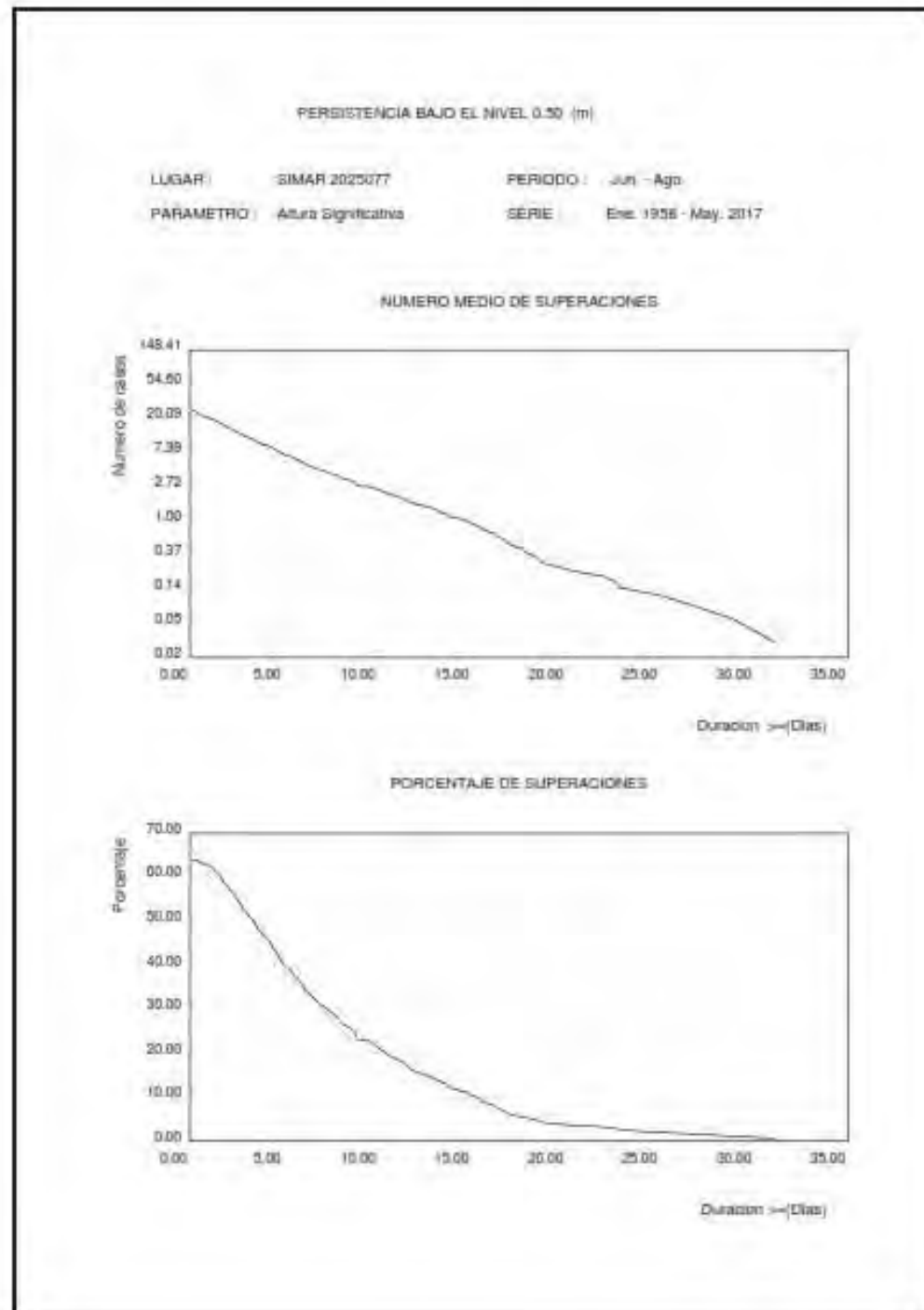
### 1 NODO SIMAR 2025077

82



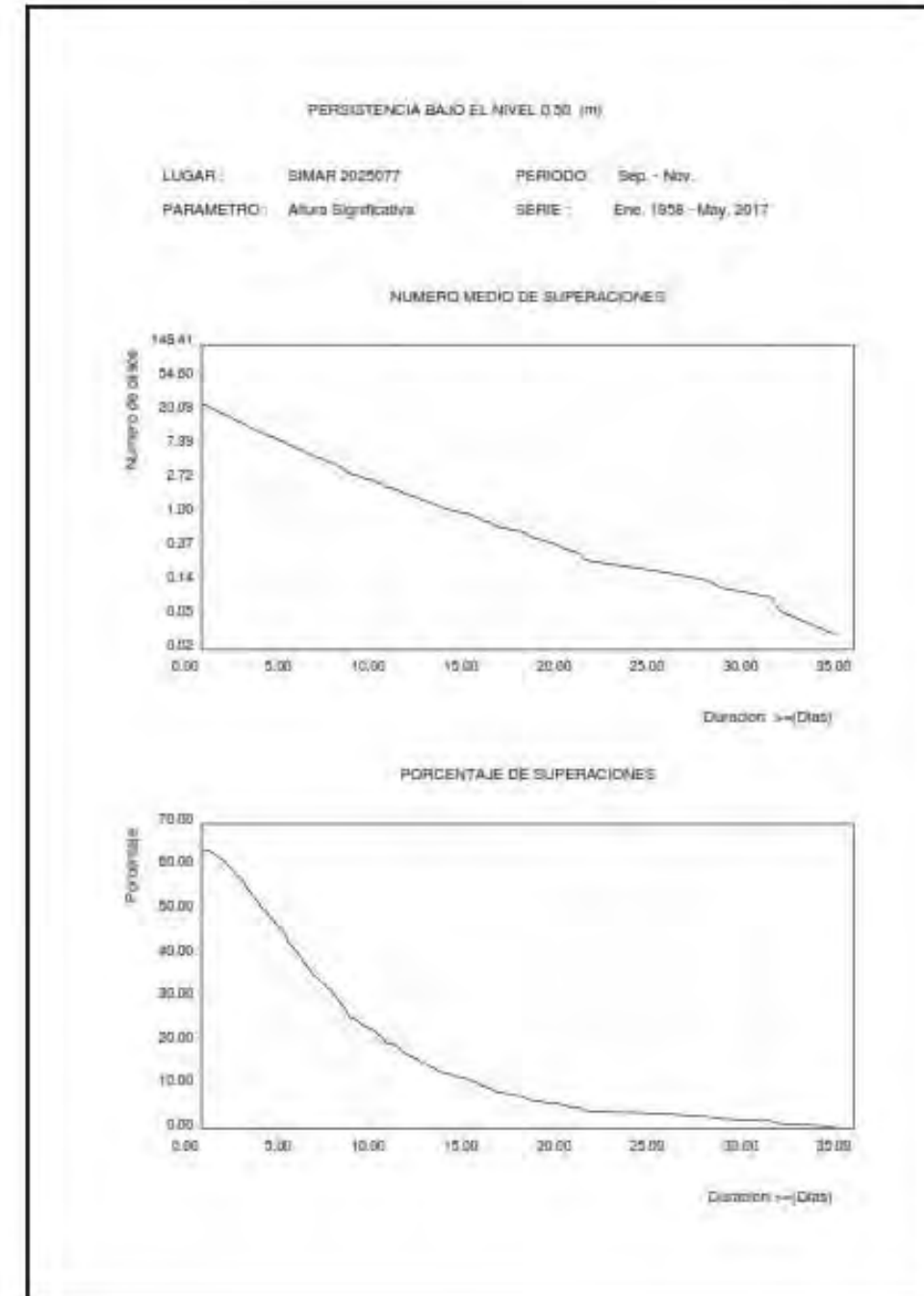
3 NODO SIMAR 2025077

83



3 NODO SIMAR 2025077

84



APENDICE 4: GRÁFICOS Y TABLAS DEL PUNTO SIMAR 2025077

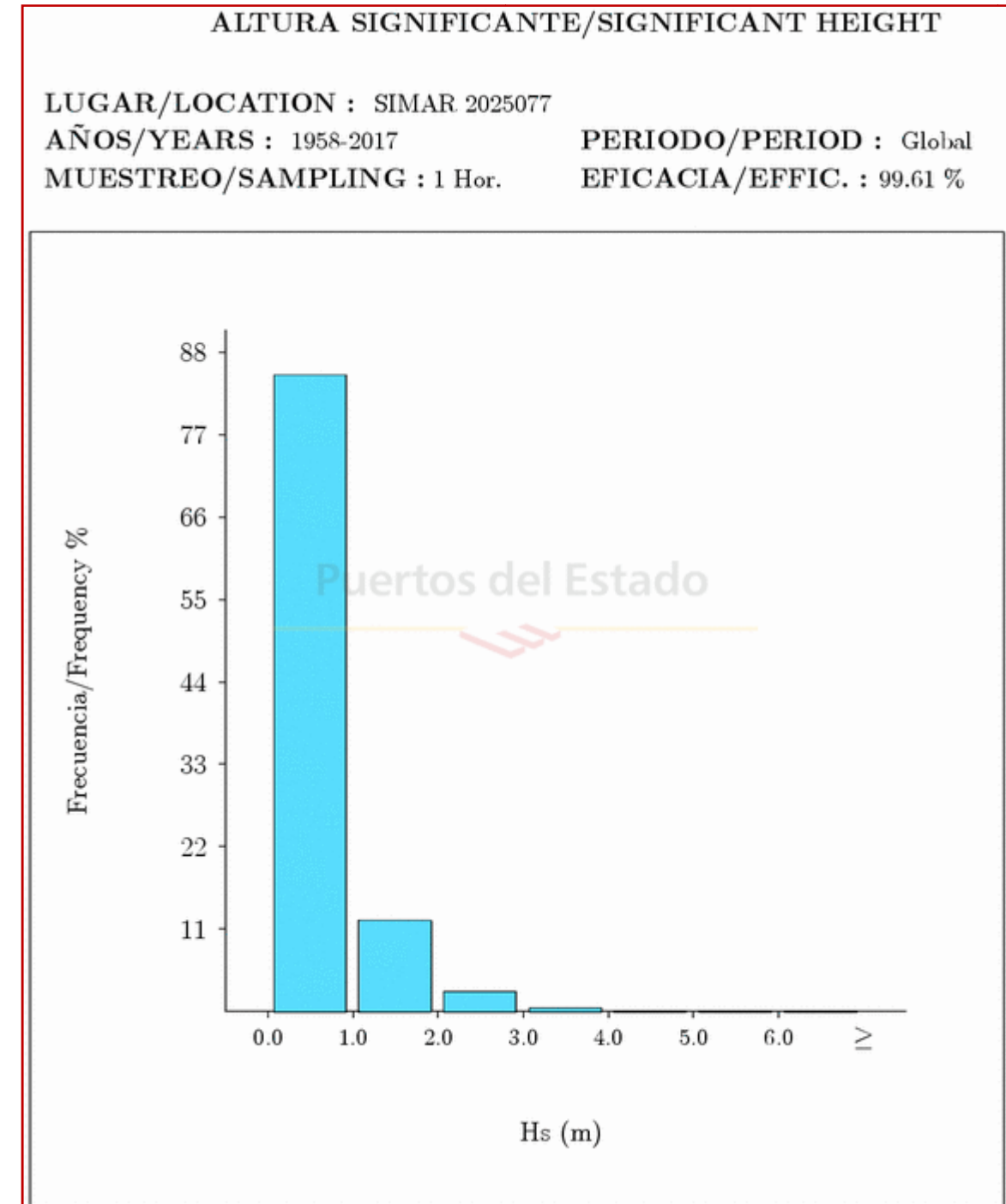
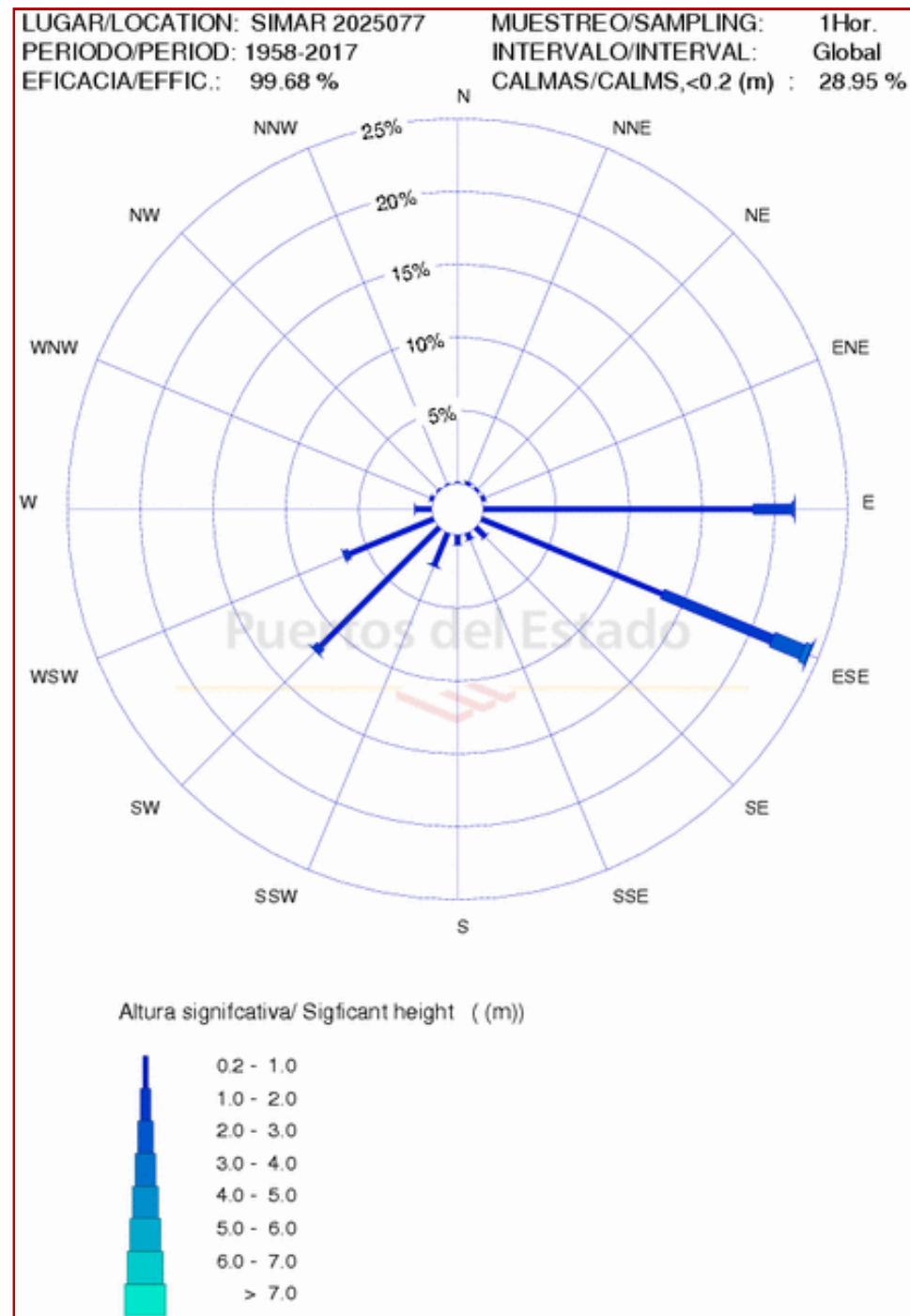
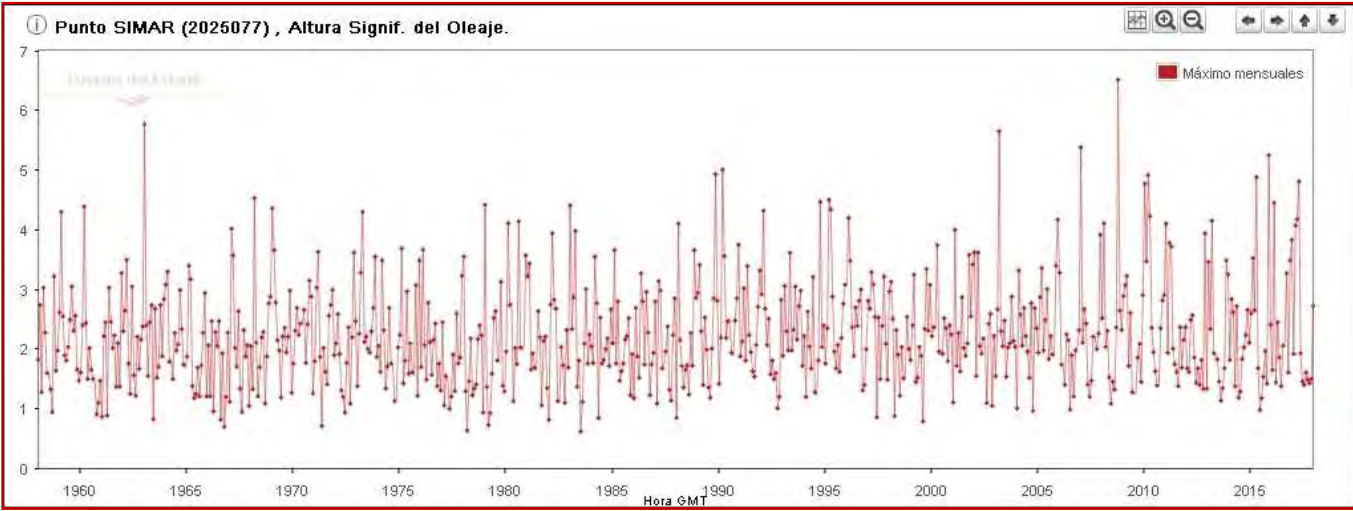
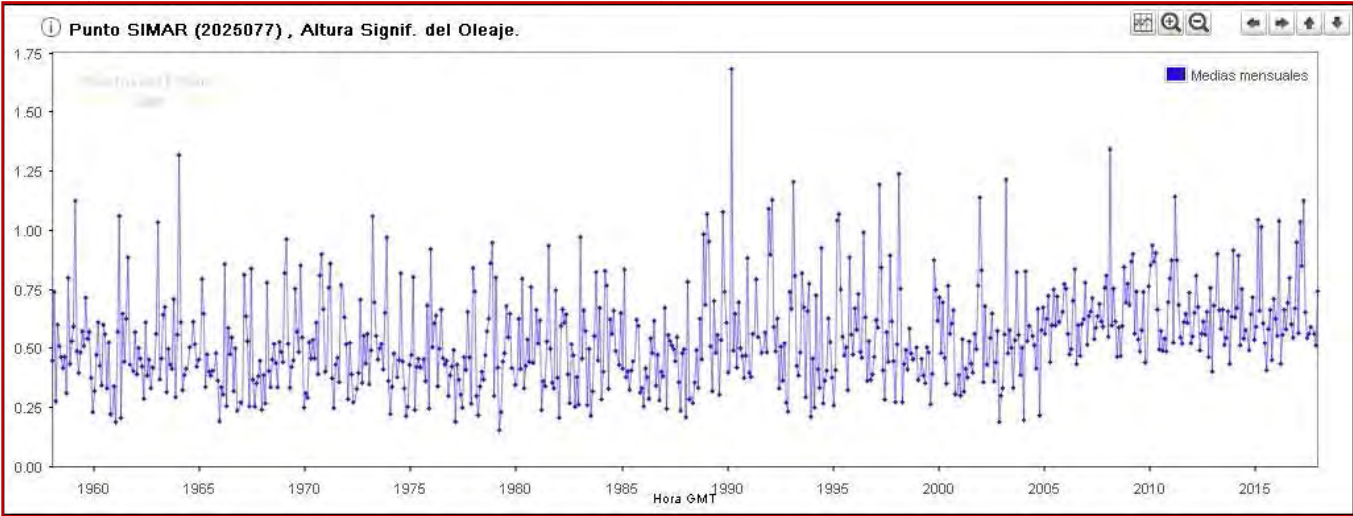
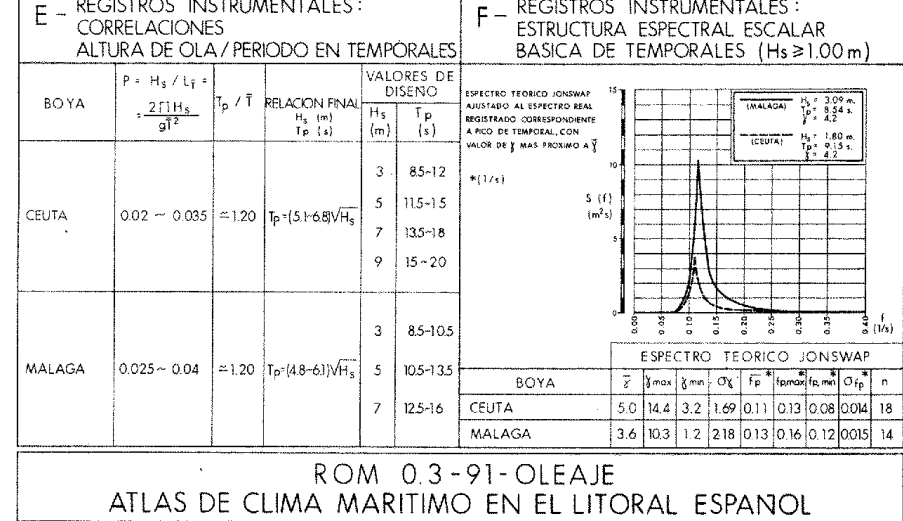
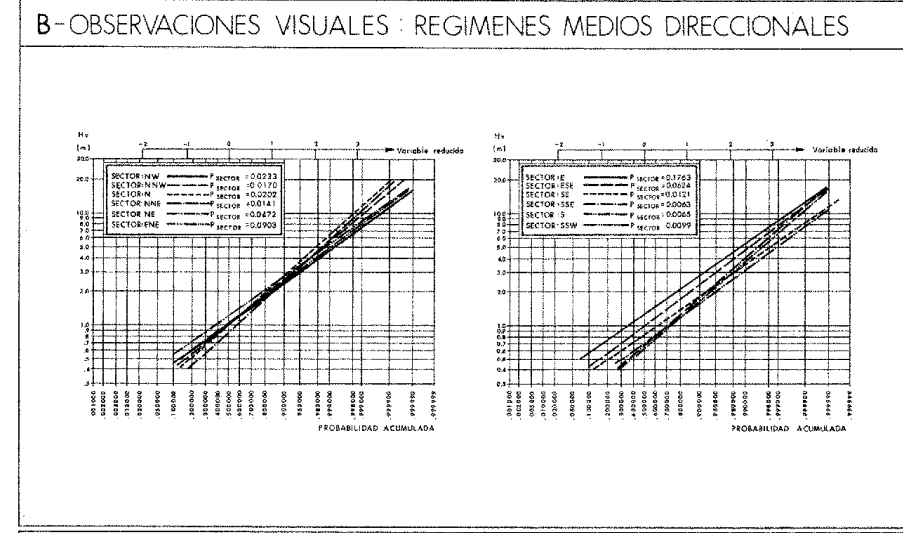
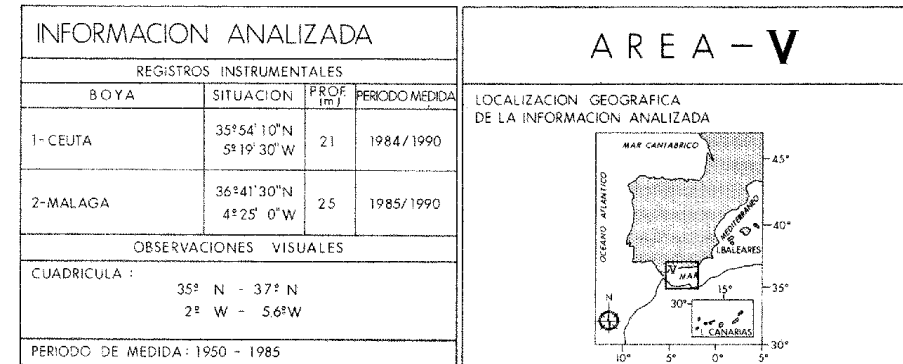
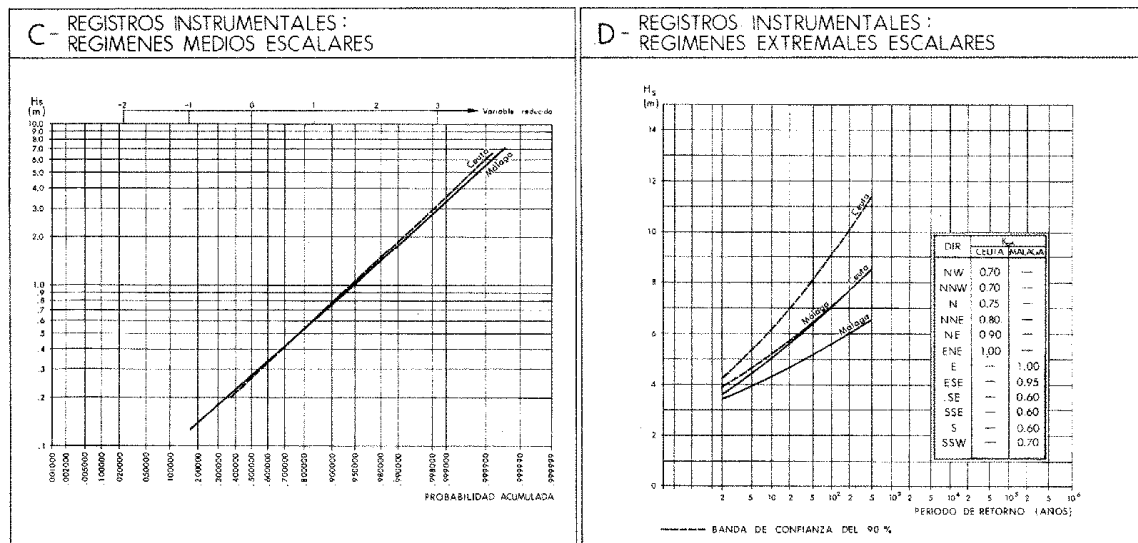
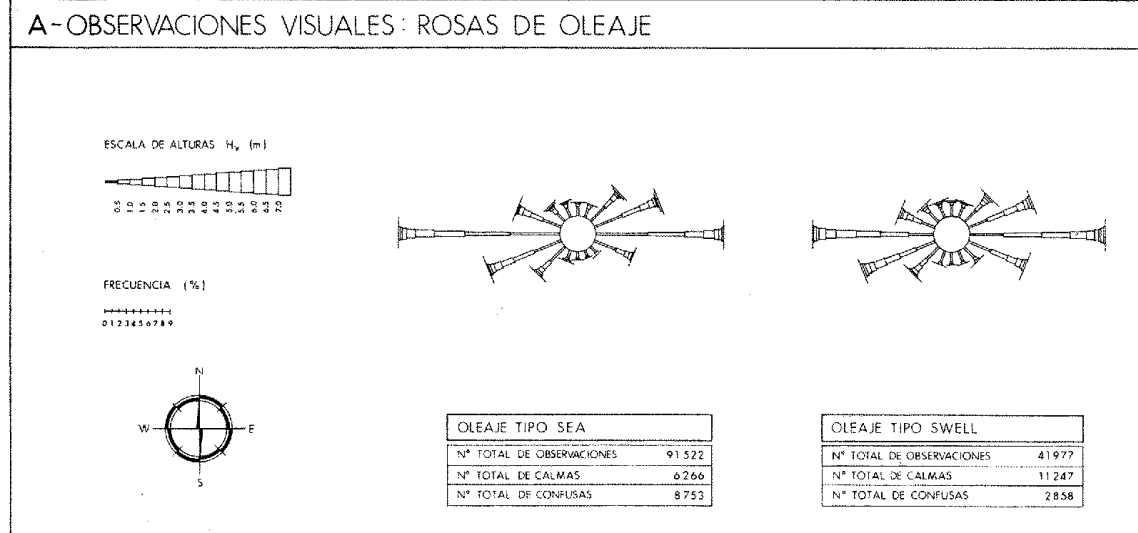


Tabla Hs vs Tp / Hs vs Tp Table  
SIMAR 2025077

EFICACIA: 99.60% AÑO/YEAR: 1958-2017		Tp (s)											TOTAL
		<=1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>10.0	
Hs (m)	<=1.0	---	1.501	24.473	18.813	14.500	13.056	7.500	2.796	1.088	0.617	0.417	84.761
	2.0	---	---	---	0.011	0.761	3.053	5.182	2.564	0.412	0.138	0.039	12.160
	3.0	---	---	---	---	---	0.011	0.368	1.661	0.405	0.072	0.013	2.530
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	0.065	0.271	0.094	0.028	0.458
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.013	0.047	0.019	0.079
	6.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.009	0.011
	7.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
	8.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
	9.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
	10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
	>10.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
TOTAL		---	1.501	24.473	18.824	15.261	16.120	13.051	7.086	2.189	0.970	0.525	100%



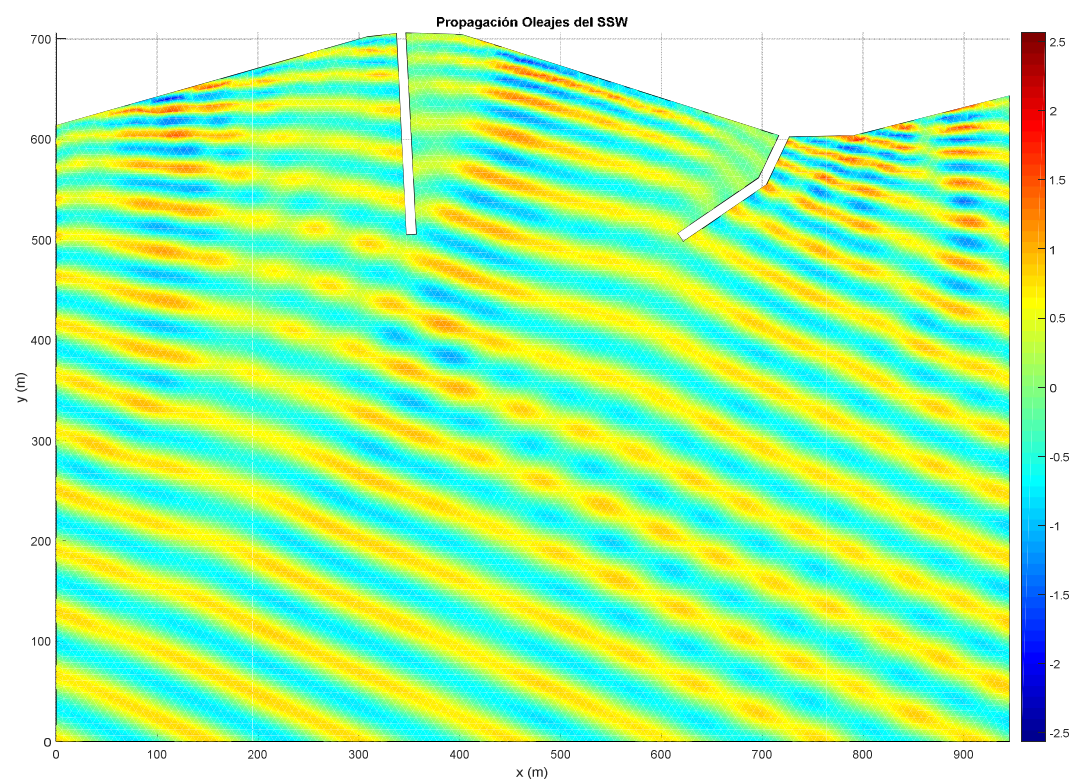
APENDICE 5: ÁREA V DE LA ROM 03/91.



ROM 0.3-91-OLEAJE  
ATLAS DE CLIMA MARÍTIMO EN EL LITORAL ESPAÑOL

CLIMA MARÍTIMO DE APROXIMACIÓN. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE:

## INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO Y MODELIZACIÓN DE PROPAGACIÓN DE OLAJES PARA CÁLCULO DE ESPIGONES ENTRE LOS RÍOS GUADAIZA Y GUADALMINA (MÁRBELLA).



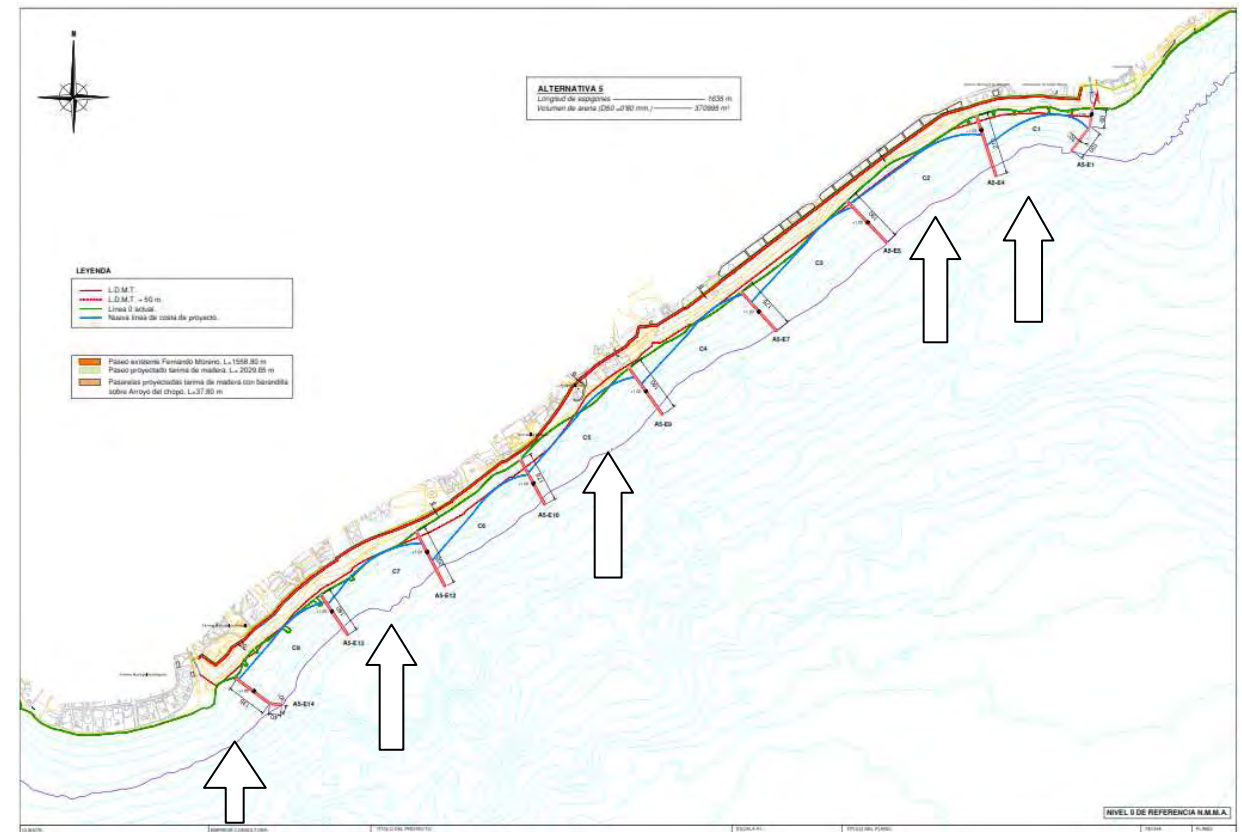
## INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO Y MODELIZACIÓN DE PROPAGACIÓN DE OLAJES PARA CÁLCULO DE ESPIGONES ENTRE LOS RÍOS GUADAIZA Y GUADALMINA (MARBELLA).

### INDICE DEL INFORME:

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL INFORME.....	49
2.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO MILD-SLOPE .....	50
2.1	HIPÓTESIS BÁSICAS DEL MODELO.....	50
2.2	CONDICIONES DE CONTORNO DEL PROBLEMA.....	51
2.2.1	Condición de contorno de borde cerrado.....	51
2.2.2	Condición de contorno de borde abierto.....	52
2.3	FORMULACIÓN DÉBIL O INTEGRAL DE LA MSE. ....	52
2.4	DISCRETIZACIÓN DEL DOMINIO.....	52
2.5	LIMITACIONES DEL MODELO.....	54
3.	OLEAJE DE DISEÑO DE DIQUES.....	55
4.	DEFINICIÓN DEL DOMINIO DE INTEGRACIÓN.....	55
5.	RESULTADOS DEL MODELO.....	57
5.1	OLEAJES DEL E.....	59
5.2	OLEAJES DEL ESE .....	61
5.3	OLEAJES DEL SE. ....	63
5.4	OLEAJES DEL SSE .....	65
5.5	OLEAJES DEL S.....	67
5.6	OLEAJES DEL SSW.....	68
6.	MODELO DE ROTURA DE OLAJES IRREGULARES DE GODA.....	69

### 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL INFORME.

El objetivo del presente informe es la modelización matemática de los fenómenos de propagación de oleajes desde aguas profundas hasta las obras de los nuevos espigones en Marbella (Málaga).



Situación de los espigones (señalados con flecha).

Para ello, partiendo de los datos de oleaje en una boya situada en aguas profundas, se realiza una primera propagación de aproximación hasta la costa mediante un modelo parabólico lineal, considerando una batimetría del fondo marino aproximadamente paralela a la alineación de costa del tramo considerado. En este caso, se aplica la ley de Snell, lo que nos permite aproximar el ángulo de aproximación de los frentes de onda cuando estos comienzan a propagarse en aguas intermedias, así como sus coeficientes de asomeramiento ( $K_s$ ) y refracción ( $K_R$ ) en los bordes abiertos del dominio cerrado computacional con entrada de potencial de velocidad complejo conocido  $\phi_0$ .

El modelo matemático empleado en la propagación es el modelo lineal y elíptico de la pendiente suave (Mild-Slope Equation, Berkhoff, 1976). Este modelo es capaz de reproducir todos los fenómenos de propagación de oleajes: **shoaling**, **refracción**, **difracción** y **reflexión** para su empleo en proyectos de ingeniería marítima.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO MILD-SLOPE

El modelo numérico de propagación del oleaje y su implementación numérica se realiza mediante la conocida ecuación de la pendiente suave o “**Mild-Slope Equation**” (**MSE**), desarrollada por Berkhoff en la década de los 70 en su conocida tesis doctoral en la Universidad de Delft (Holanda).

Como su propio nombre indica, se trata de un modelo de propagación de oleajes que da resultados precisos cuando la batimetría del fondo marino es suave y poco inclinada. A esta hipótesis se la conoce como **hipótesis de pendiente suave o de Rayleigh**. Según esta hipótesis, cuando la pendiente del fondo marino es suave, pueden desprejarse los fenómenos de reflexión del oleaje producidos por la propia pendiente del fondo. Además, se supone que la onda durante su propagación se adapta localmente y de forma instantánea a la profundidad en cada punto, de forma que sus características cinemáticas y dinámicas son idénticas a las de una onda lineal que se propaga sobre un fondo horizontal con dicha profundidad (onda lineal o de Airy).

Desde la década de los 70 la Mild-Slope Equation (MSE) se ha empleado con mucha difusión en todo el mundo como modelo matemático de propagación de oleaje en zonas costeras y dársenas portuarias, simulando con suficiente precisión ingenieril los fenómenos de propagación de ondas para su uso en el diseño de obras marítimas.

$$\nabla \cdot (cc_g \nabla \phi) + k^2 cc_g \phi = 0$$

Esta es la ecuación diferencial en derivadas parciales o formulación fuerte de la Mild-Slope Equation (MSE), siendo los términos que aparecen en la ecuación:

- C es la celeridad de fase de la onda.
- Cg es la celeridad de grupo.
- $k = 2\pi/L$  es el número de onda.
- $\phi$  es el potencial escalar reducido de velocidades del fluido.
- $\nabla = \left( \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right)$  es el operador vectorial diferencial lineal Nabla en el plano 2D.

Esta ecuación modeliza los fenómenos de propagación de una onda lineal o de Airy monocromática (una única frecuencia o periodo) con fondo irregular pero suave. En este caso se ha empleado la MSE en su formulación frecuencial, no temporal. Significa esto que la solución obtenida es estacionaria; no estamos interesados en soluciones transitorias de la solución (dependientes del tiempo).

El método numérico empleado es el de los **elementos finitos (MEF)** implementado en lenguaje de programación Matlab® por el autor en su Tesis de Máster y validado en el Departamento de Ingeniería de la Construcción de la E.T.S.I. de la Universidad de Sevilla.

La Mild-Slope Equation (MSE) es una ecuación diferencial de segundo orden de tipo elíptico que requiere para su resolución de la imposición de condiciones en todo el contorno del dominio de integración. Es precisamente de las condiciones de contorno de donde provienen las mayores fuentes de errores numéricos que se observan en los resultados. Esto es debido fundamentalmente a que necesitamos truncar un dominio semi-infinito, como es el mar abierto, para obtener un dominio ficticio acotado y finito que sea computacional.

En estos contornos abiertos “ficticios” debemos imponer la condición de que las ondas reflejadas por los bordes físicos del dominio (scattered waves) y que lo abandonan a través de estos contornos abiertos, no vuelvan a reflejarse hacia el interior creando oscilaciones espurias que producen “ruido” a la solución numérica. Es decir, deben imponerse condiciones de contorno absorbentes que aseguren que las ondas reflejadas que lo atraviesen lo hagan sin sentir su presencia.

Esto puede parecer sencillo a primera vista, pero encierra una complicación importante al no ser conocido a priori el ángulo con el que estas ondas reflejadas llegan al contorno, necesitándose por ello el empleo de diferentes técnicas numéricas que nos permitan simular correctamente esta “transparencia” del contorno a las ondas reflejadas que lo alcanzan.

En este caso el modelo numérico implementado emplea condiciones de contorno de 2º orden, que se basan en una aproximación del coseno del ángulo de los frentes de onda propagados dentro del dominio de integración con la normal exterior al contorno mediante un truncamiento de segundo orden del desarrollo en serie de Taylor del coseno del ángulo.

### 2.1 HIPÓTESIS BÁSICAS DEL MODELO.

El modelo MSE parte en su formulación del hecho evidente de que la propagación del oleaje es un fenómeno eminentemente 2-D que se produce en la superficie libre del fluido en contacto con la atmósfera, aunque de alguna forma acoplado matemáticamente con la profundidad (batimetría). De ahí obtiene una ecuación en derivadas parciales formulada en un dominio 2D contenido en el plano X-Y que incluye el “efecto del fondo” mediante la introducción de coeficientes no constantes, eliminando la variable z de la ecuación.

Estos coeficientes no constantes, que dependen de la batimetría, se obtienen de forma local mediante la **ecuación de dispersión** obtenida por la teoría lineal de ondas de Airy. Cuando se cumple la condición de fondo suave (hipótesis de Raileigh) esta es una buena aproximación ingenieril al problema.

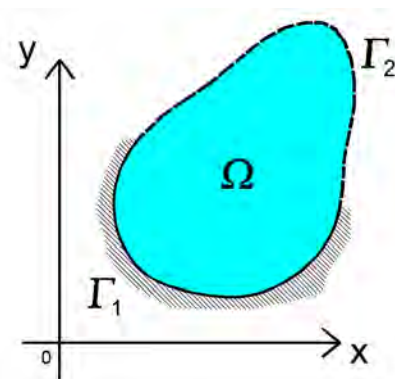
## 2.2 CONDICIONES DE CONTORNO DEL PROBLEMA.

Ya se ha comentado, y volvemos a insistir aquí, que la MSE es una ecuación diferencial en derivadas parciales de tipo elíptico. Es decir, para su resolución se requieren condiciones en todo el contorno cerrado del dominio de integración.

Los contornos del dominio en el problema de propagación de ondas se pueden clasificar en dos grupos:

- **Contornos cerrados:** son bordes físicos del dominio (costa, dique, muelle,...etc.) con cierta capacidad de reflexión del oleaje incidente.
- **Contornos abiertos:** son contornos ficticios “no físicos” que necesitamos imponer para cerrar el dominio y que éste sea computacional. Este contorno produce un truncamiento del dominio semi-infinito (mar abierto) en el que debemos garantizar condiciones de “total permeabilidad”, tanto a las ondas que llegan a él desde el exterior, como de las reflejadas desde los contornos físicos del dominio y que salen del dominio. Es decir, las ondas no deben “sentir” su presencia.

Esta clasificación es de enorme transcendencia a la hora de resolver numéricamente la MSE, pues es precisamente de la aplicación de las condiciones de contorno de donde proceden los mayores errores numéricos que se observan en los modelos y donde se encuentran las mayores dificultades a la hora de implementar los modelos numéricos.



$$\Gamma = \Gamma_1 + \Gamma_2$$

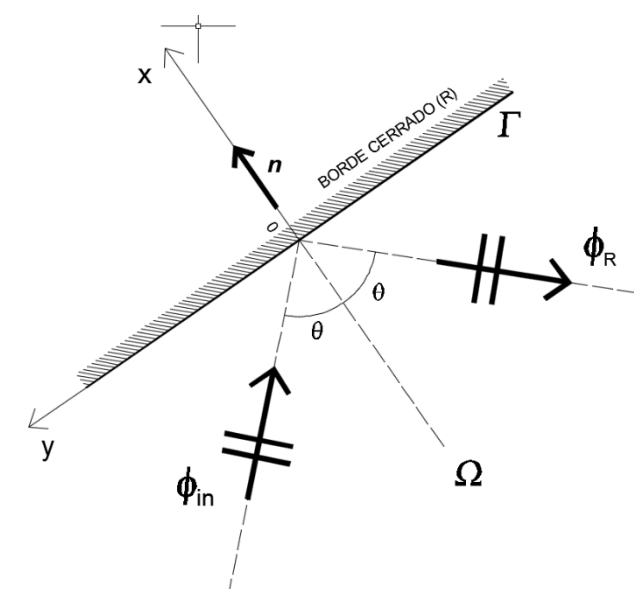
Dominio de integración cerrado para el modelo elíptico.

Habitualmente, en problemas prácticos de ingeniería marítima, las condiciones de contorno del problema son de tipo mixto o Robin. Esto significa que en la condición de contorno aparecen combinados los términos de potencial  $\phi$  y flujo de potencial  $\frac{\partial \phi}{\partial n}$ .

### i. Condición de contorno de borde cerrado.

Se trata de bordes físicos del dominio (costa, dique, muelle, etc.) con cierta capacidad de reflexión del oleaje incidente, el cual se mide a través del **coeficiente de reflexión R**. Un borde totalmente absorbente tendría un coeficiente de reflexión  $R = 0$ , mientras que uno totalmente reflejante tendría  $R = 1$ .

Supongamos que en un punto cualquiera de un contorno reflejante cerrado disponemos un sistema de coordenadas local x-y con origen en el contorno. Estos ejes locales no deben ser confundidos con los ejes de referencia globales. El eje x se orienta según la dirección de la normal exterior al contorno  $n$  y el eje y según la dirección del propio contorno, recorriéndolo en el sentido contrario a las agujas del reloj.



Condición de contorno cerrado.

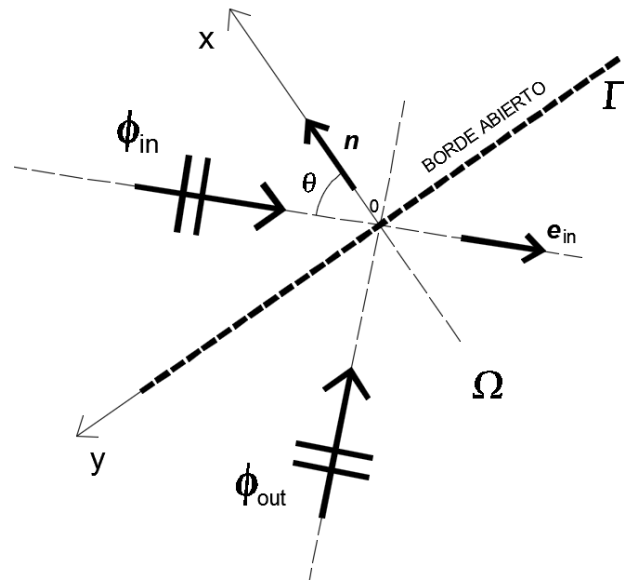
A este contorno llega una onda incidente  $\phi_{in}$  que es reflejada  $\phi_R$ . Imponiendo que el valor del potencial reducido de velocidad (cantidad escalar) en el punto considerado es la suma algebraica de los dos potenciales, incidente y reflejado, mediante el correspondiente desarrollo matemático, se obtiene la condición de contorno en el borde cerrado de segundo orden:

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} = \frac{\partial \phi}{\partial x} = i k \cos \theta \frac{1-R}{1+R} \phi = i \frac{1-R}{1+R} \left[ k \phi + \frac{1}{2k} \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right] \quad \text{en } x = 0$$

## ii. Condición de contorno de borde abierto.

Se trata de contornos ficticios “no físicos” que necesitamos imponer para cerrar el dominio y que éste sea computacional. Este contorno abierto produce un truncamiento del dominio semi-infinito (mar abierto) en el que debemos garantizar condiciones de “total permeabilidad”, tanto a las ondas que llegan a él desde el exterior, como de las reflejadas desde los contornos físicos del dominio. Es decir, las ondas entrantes y salientes no deben “sentir” su presencia.

Supongamos que en un punto cualquiera de un contorno abierto disponemos un sistema de coordenadas local  $x$ - $y$  con origen en el contorno. El eje  $x$  se dispone según la dirección de la normal exterior al contorno  $\mathbf{n}$  y el eje  $y$  según la dirección del propio contorno, recorriéndolo en el sentido contrario a las agujas del reloj.



Condición de contorno abierto.

En la figura se observa el potencial incidente desde el exterior del dominio  $\phi_{in}$  conocido y el potencial “scattered” que sale del dominio  $\phi_{out}$ . Imponiendo que el valor del potencial reducido de velocidad en el punto considerado es la suma algebraica de los dos potenciales, incidente y saliente del dominio, mediante el correspondiente desarrollo matemático, se obtiene la condición de contorno en el borde cerrado de segundo orden:

$$\frac{\partial \phi}{\partial \mathbf{n}} = i k \phi_{in} (\mathbf{e}_{in} \cdot \mathbf{n}) + i k (\phi - \phi_{in}) + \frac{i}{2k} \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \phi_{in}}{\partial y^2} \right) \quad \text{en } x = 0$$

## 2.3 FORMULACIÓN DÉBIL O INTEGRAL DE LA MSE.

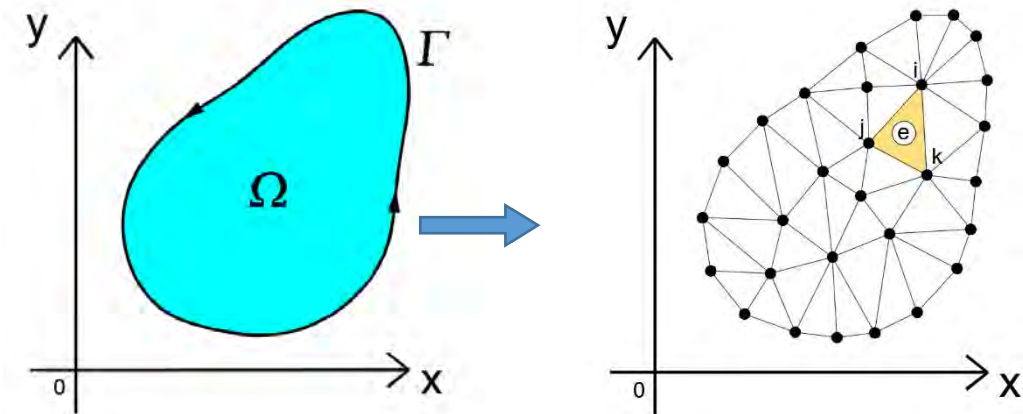
Mediante la aplicación del método de los residuos ponderados de Galerkin se obtiene la forma integral de la MSE para la aplicación del **método de los elementos finitos**.

$$\int_{\Gamma} c c_g \psi \frac{\partial \phi}{\partial n} d\Gamma - \int_{\Omega} c c_g \nabla \psi \cdot \nabla \phi d\Omega + \int_{\Omega} k^2 c c_g \psi \phi d\Omega = 0$$

Esta ecuación integral es la base para la implementación del método de los elementos finitos, mediante la interpolación de la variable escalar  $\phi$  (potencial reducido de velocidad) y sus derivadas (vector gradiente), empleando funciones de forma lineales para el elemento lineal de tres nodos implementado en el modelo.

## 2.4 DISCRETIZACIÓN DEL DOMINIO.

El dominio de integración se discretiza en este caso mediante  $N$  elementos triangulares de tres nodos. Una vez obtenida la solución numérica en los nodos de la discretización  $\phi_i = \phi(x_i, y_i)$ , los valores de la función en cualquier otro punto  $\phi(x, y)$  del dominio se obtendrán por interpolación.



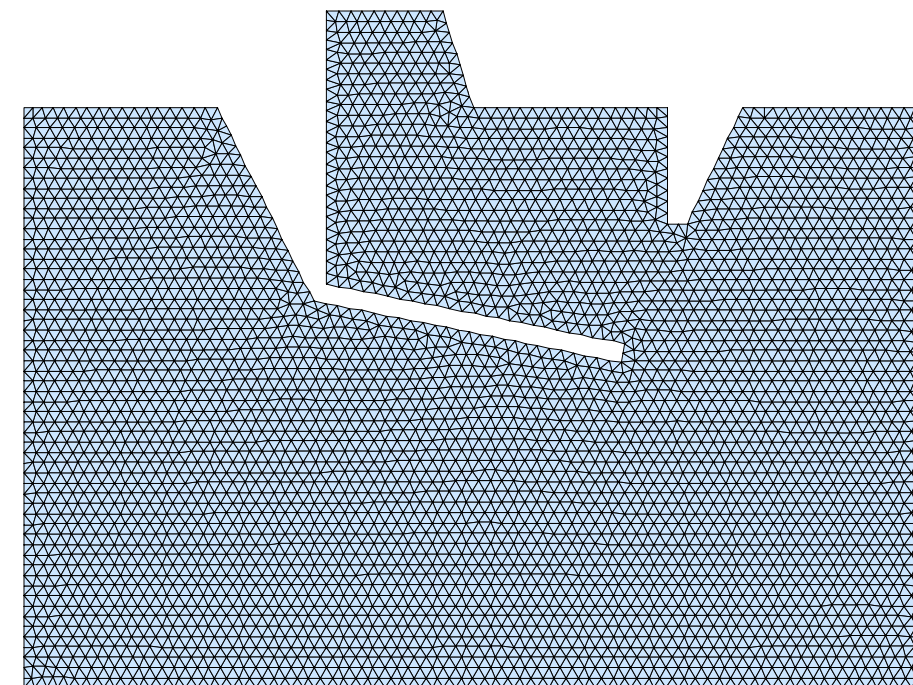
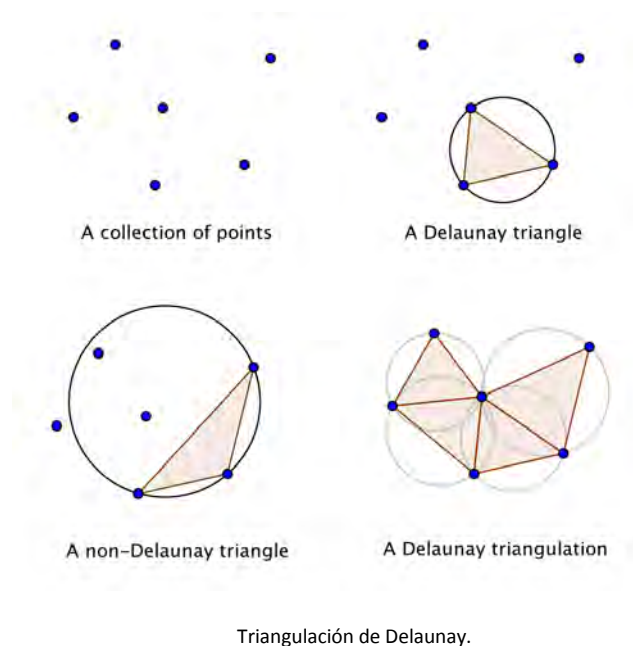
Discretización del dominio en elementos triangulares de tres nodos.

Para nuestro caso concreto, la discretización del dominio elegida (número de nodos y de elementos) tiene gran incidencia en la calidad de la solución. Al tratarse de un fenómeno periódico, debemos asegurarnos que existan un número mínimo de elementos por longitud de onda (entre 10 y 20) para que el modelo numérico represente

adecuadamente la solución. El tamaño de la malla será, por tanto, función del tipo de elemento elegido en cada caso y del periodo de la onda.

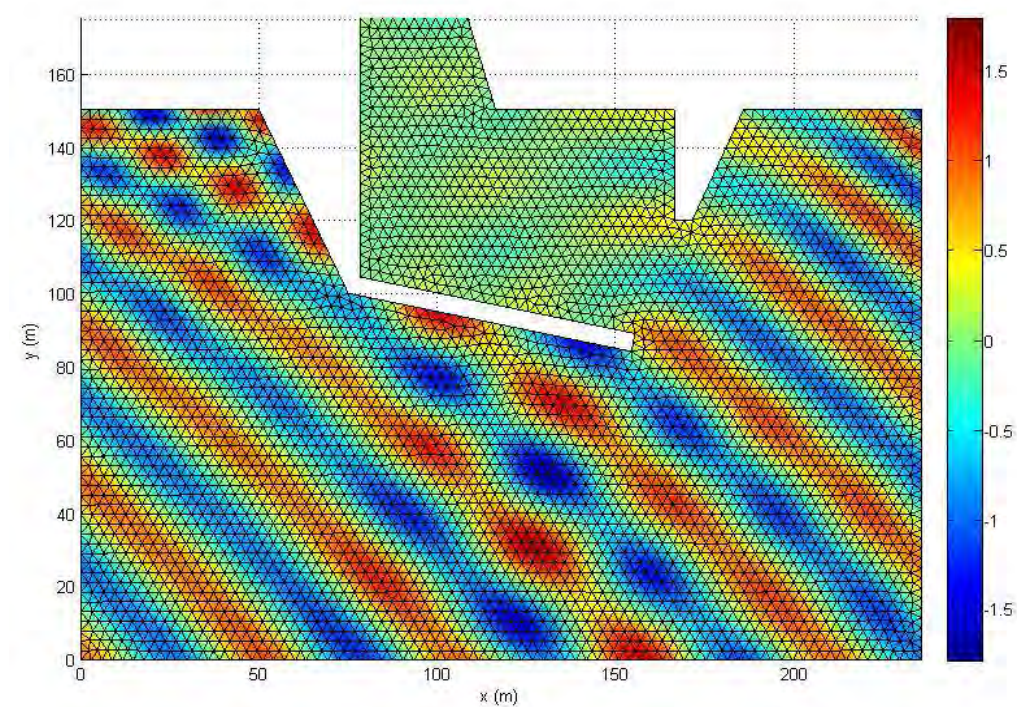
La generación de la malla de triángulos se ha realizado mediante la colección de funciones DistMesh, de uso libre y gratuito, programadas en lenguaje Matlab®. Esta colección de funciones permite generar y manipular mallas de triángulos no estructuradas basadas en el algoritmo de triangulación de Delaunay. Pueden descargarse la librería de funciones, manuales de uso y ejemplos en: <http://persson.berkeley.edu/distmesh/>

Una **triangulación de Delaunay**, es una red de triángulos que cumple la condición de Delaunay. Esta condición dice que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. De esta forma se obtienen mallados con triángulos de buena relación de aspecto (cerca de la forma de un triángulo equilátero)

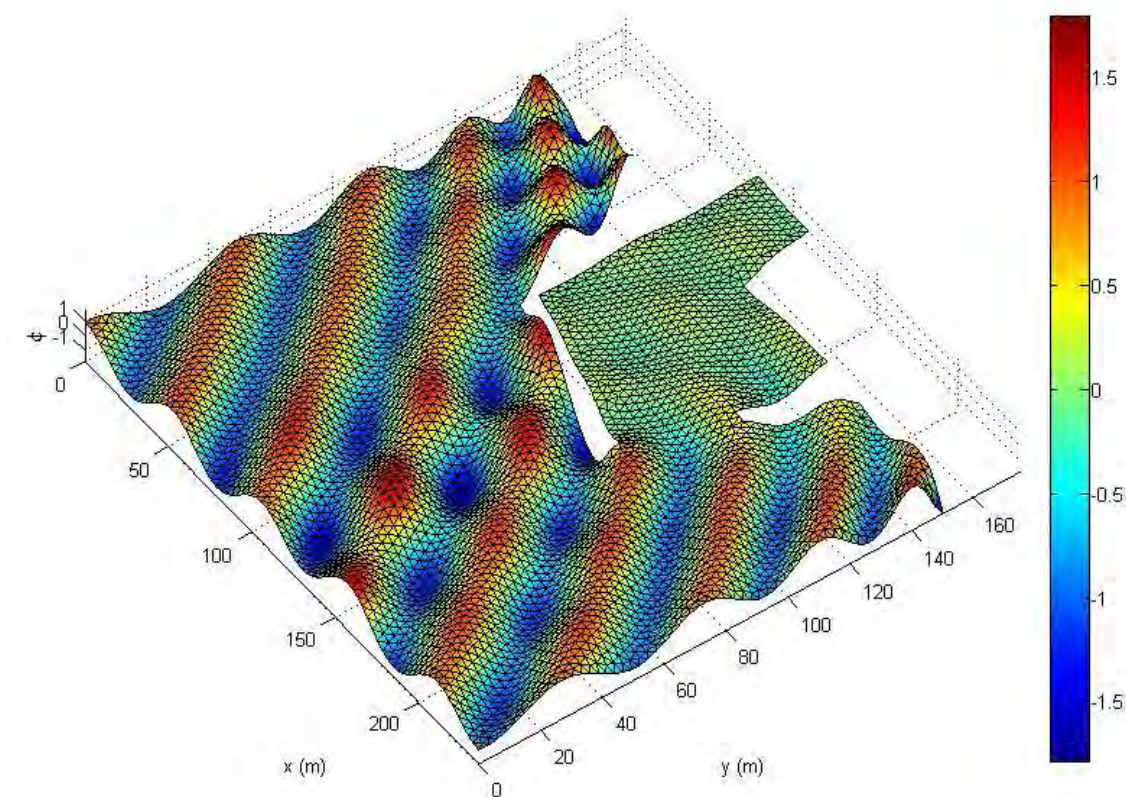


Ejemplo de malla de triángulos de un dominio de dársena portuaria.

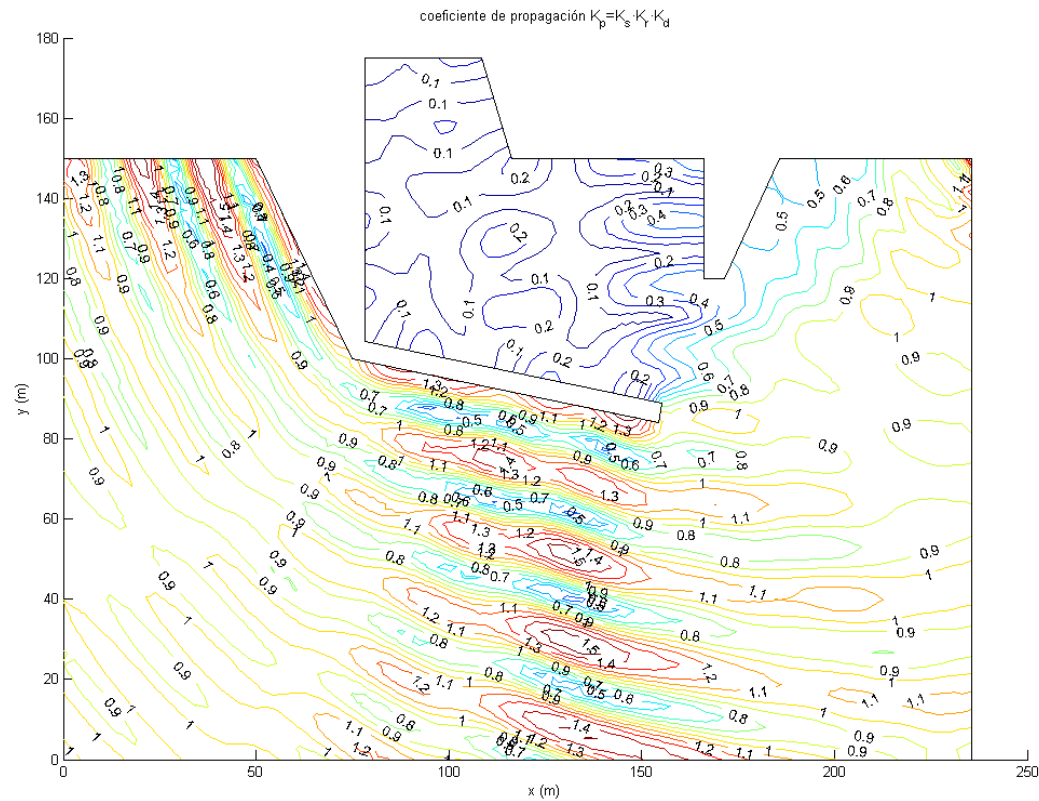
El código numérico programado en Matlab®, resuelve el problema de la ecuación MSE en elementos finitos, obteniéndose resultados ingenieriles como los que se muestran en las figuras adjuntas.



Ejemplo de mapa de superficie libre del fluido en  $t = 0$ . Vista cenital.



Ejemplo de mapa de superficie libre del fluido en  $t = 0$ . Vista 3D



Mapa de iso-líneas con coeficiente de propagación (valor absoluto del potencial  $\phi$ ) referido a la altura de ola en aguas profundas.

A pesar de las limitaciones mencionadas, el modelo puede ser empleado en diseño de ingeniería marítima con seguridad.

### 3. OLEAJE DE DISEÑO DE DIQUES

Estudiados los oleajes de la **boya de Alborán de Puertos del Estado**, situada en aguas profundas, y filtrando el conjunto de direcciones significativas para el caso concreto que nos ocupa, obtenemos las siguientes alturas de ola y periodos significantes que han sido empleadas en las simulaciones realizadas.

Dirección	Periodos	$H_{s,0}$ (m)
E	$T_m = 11$ sg	6,15
ESE	$T_m = 9 - 11$ sg	4,65
SE	$T_m = 9$ sg	4,29
SSE	$T_m = 9$ sg	4,12
S	$T_m = 9$ sg	4,55
SSW	$T_m = 7$ sg	4,75

Estas alturas de ola y periodos se han medido en la boya (aguas profundas). Se considera el periodo constante durante la propagación.

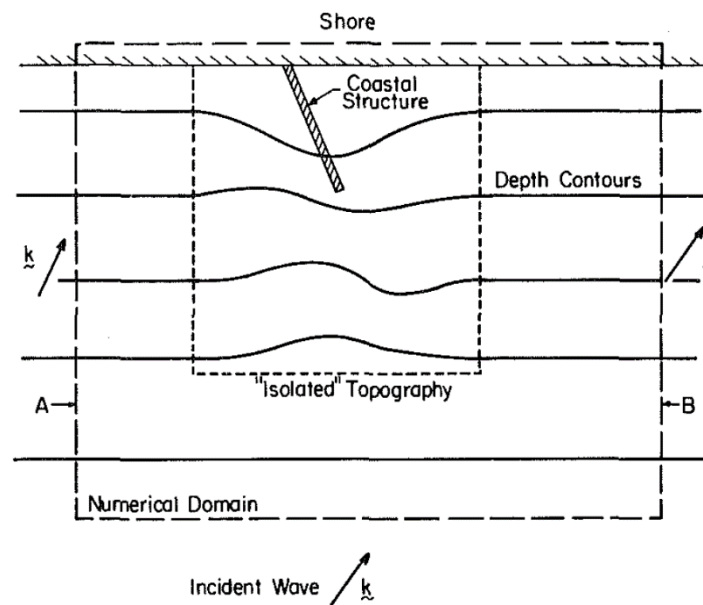
Los oleajes de la boya son propagados inicialmente desde aguas profundas hasta los contornos abiertos del dominio de integración. Esta propagación se realiza de forma aproximada mediante la ley de Snell, considerando como hipótesis de partida una batimetría recta y paralela a la línea de costa (ver modelo de ejemplo en la figura adjunta). Los oleajes aproximados son introducidos en los bordes abiertos del dominio de integración como condición de contorno del problema.

### 2.5 LIMITACIONES DEL MODELO.

El modelo MSE implementado en su versión actual no tiene en cuenta los procesos no lineales de atenuación de energía del oleaje por los fenómenos de rozamiento con el fondo y rotura del oleaje. No obstante, los coeficientes de propagación obtenidos por el modelo pueden ser empleados en el diseño marítimo, dado que siempre se comprobarán los valores de altura de ola propagados y de rotura por fondo, aplicando los criterios de McCowan( $H/h < 0.8$ ), Goda (oleaje regular o irregular), etc.

La altura de ola de diseño, en cualquier caso, será el mínimo de la altura de ola propagada por el modelo y la altura de ola rota  $H_b$ , obtenida por el criterio de rotura adoptado en cada caso.

Por otro lado, se trata de un modelo lineal que propaga ondas armónicas monocromáticas, por lo que no tiene en cuenta el carácter aleatorio del fenómeno del oleaje. Las simulaciones se realizan empleando el estadístico  $H_{1/3}$  y  $T_{1/3}$ , considerado este único armónico como representativo del estado de mar de diseño.

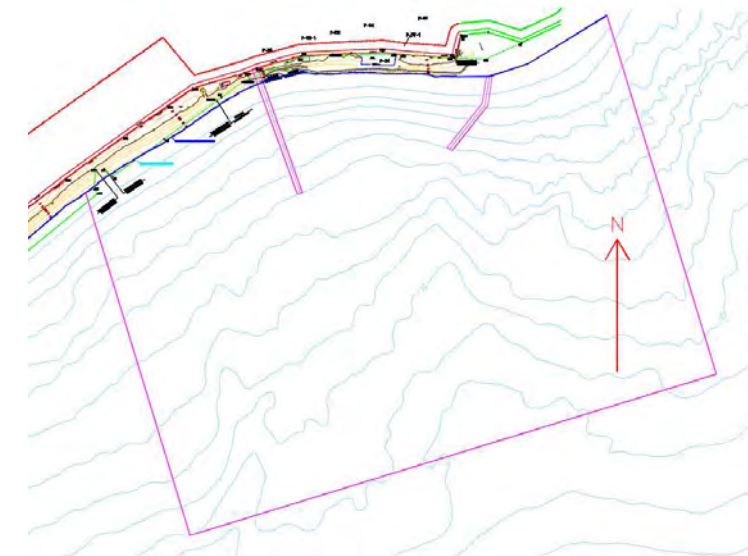


Hipótesis simplificada de propagación desde aguas profundas hasta los contornos del dominio.

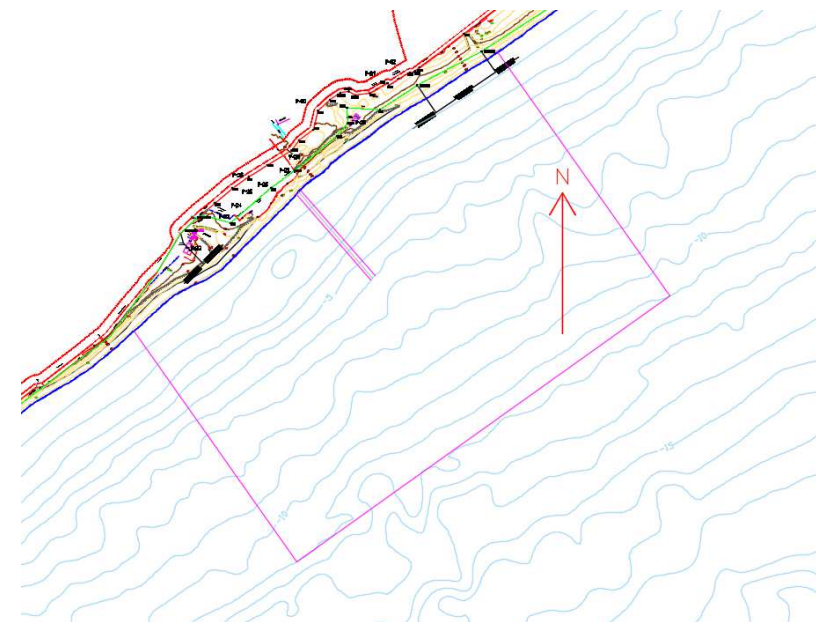
#### 4. DEFINICIÓN DEL DOMINIO DE INTEGRACIÓN

Se han definido dos dominios de integración cerrados como se indica en las siguientes figuras. Estos dominios parciales se consideran representativos de los distintos espigones previstos en el proyecto. Dentro del dominio cerrado se introduce la batimetría no constante del fondo mediante un modelo digital del terreno, del cual el código obtiene los valores de  $h$ ,  $C$ ,  $C_g$  y  $k$  en cada nodo de la malla de elementos finitos.

Dentro del dominio se han modelizado la línea actual de costa y las nuevas alineaciones de diques (obstáculo artificial). Éstos perturbarán la propagación de los oleajes que llegan a la costa, teniéndose en cuenta su efecto en la determinación de la altura de ola de diseño

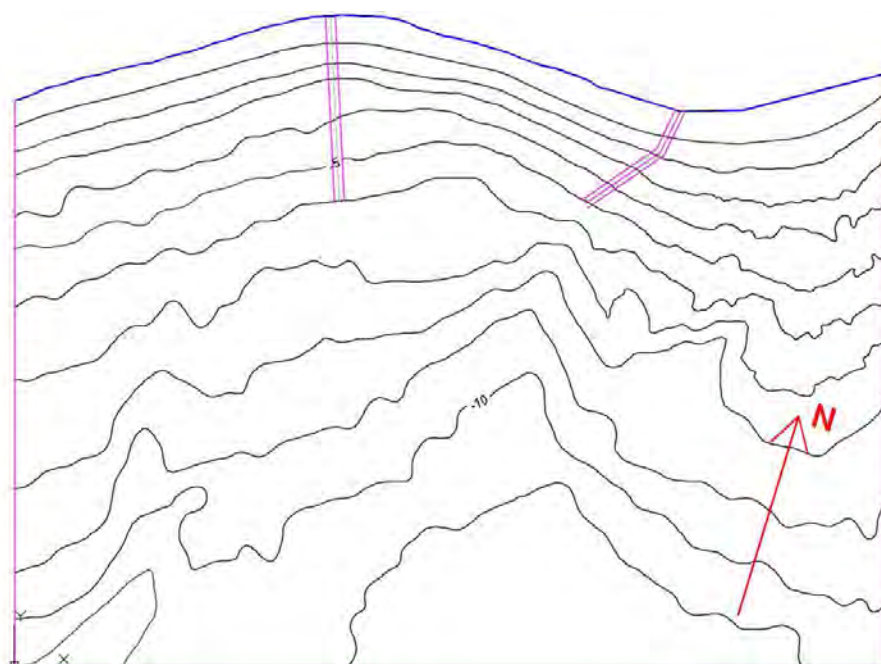


Definición del DOMINIO-01

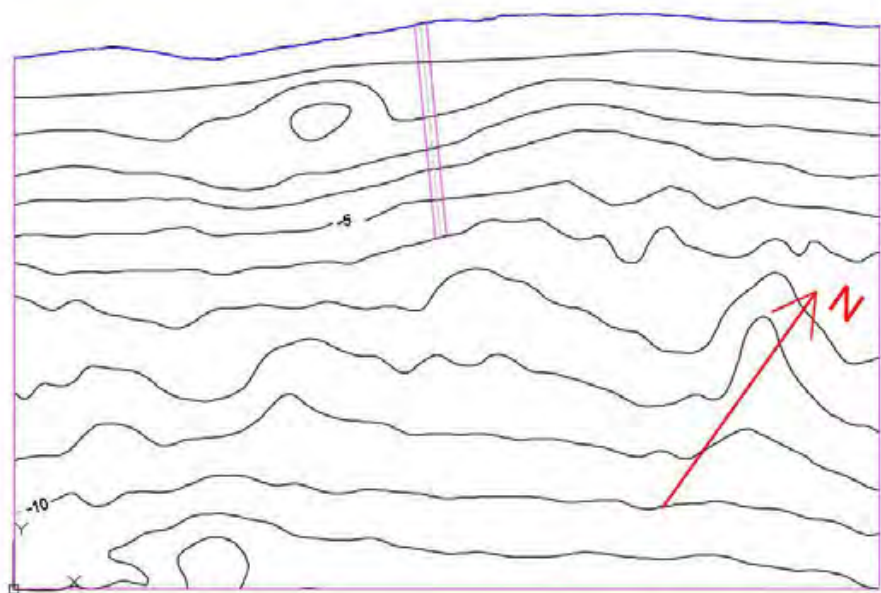


Definición del DOMINIO-02

Se definen los ejes globales X-Y. El contorno cerrado está formado por los bordes abiertos expuestos al mar por donde entran los potenciales conocidos y el resto son bordes de tipo cerrado con un determinado coeficiente de reflexión  $R$ .



Definición del dominio computacional DOMINIO 01.



Definición del dominio computacional DOMINIO 01.

En cada uno de los dominios de integración se ha introducido la batimetría mediante un modelo digital del terreno (MDT). La profundidad de cada uno de los nodos de la malla de elementos finitos se obtiene por interpolación lineal en el MDT triangulado.

Para los bordes cerrados tipo “playa de arena” de la línea costera se ha considerado un coeficiente de reflexión  $R = 0$ , mientras que los contornos tipo “dique de escollera” se ha tomado un valor  $R = 0,4$ , típico para este tipo de bordes según la bibliografía técnica ( $R \approx 0,3-0,5$ ).

## 5. RESULTADOS DEL MODELO

En este apartado se presentan los resultados gráficos de propagación obtenidos del modelo de elementos finitos. Para cada una de las direcciones se representan un mapa de propagación de los frentes de onda con altura de ola normalizada a la unidad (referida a la altura de ola significativa  $H_0$  en aguas profundas) y un plano de isolíneas de los coeficientes de propagación  $K_{PROP} = K_S \cdot K_R \cdot K_D$  en cada punto del dominio.

Vuelve a reiterarse en este punto que el modelo MSE lineal no considera los fenómenos de rotura por fondo, por lo que la altura de ola de diseño empleada en los cálculos debe cumplir el siguiente criterio:

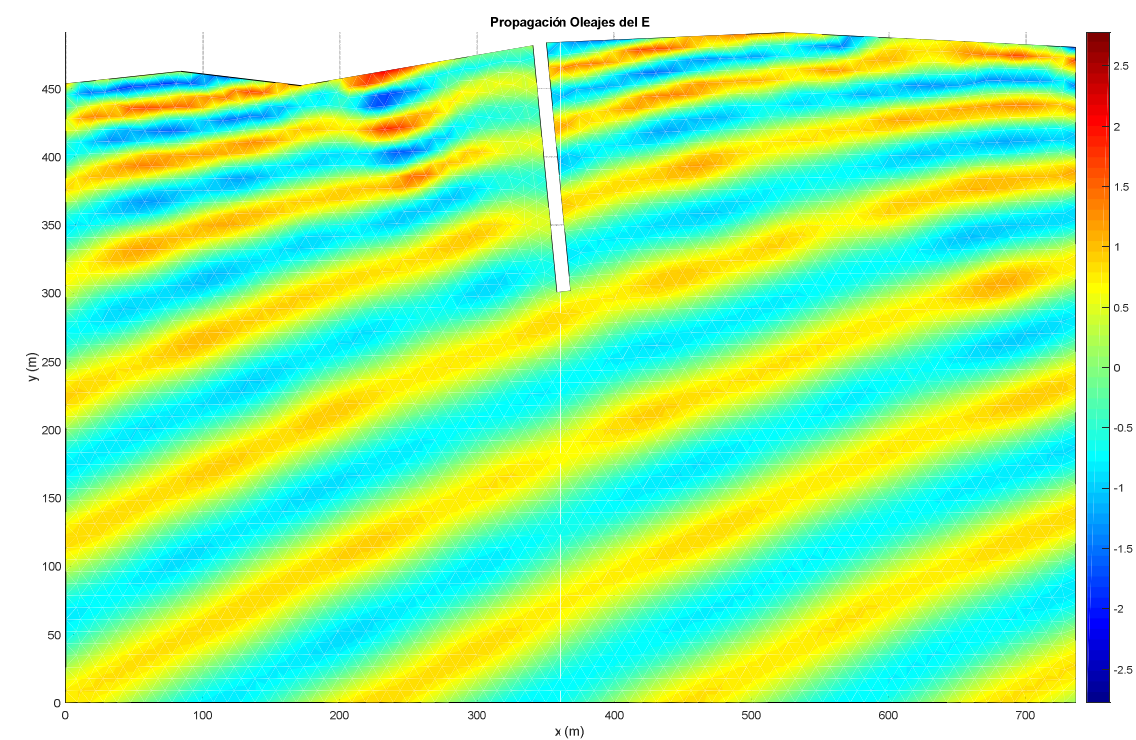
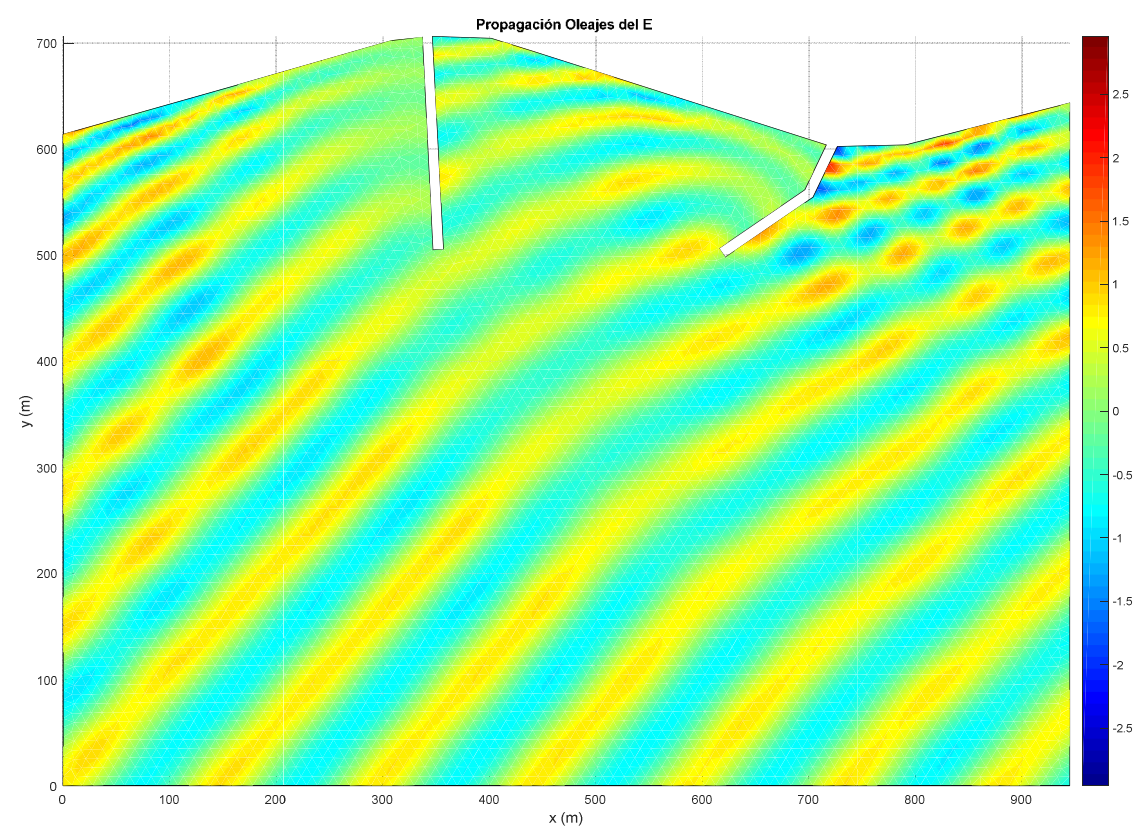
$$H_{diseño} = \min [K_{PROP} \cdot H_0 ; H_b]$$

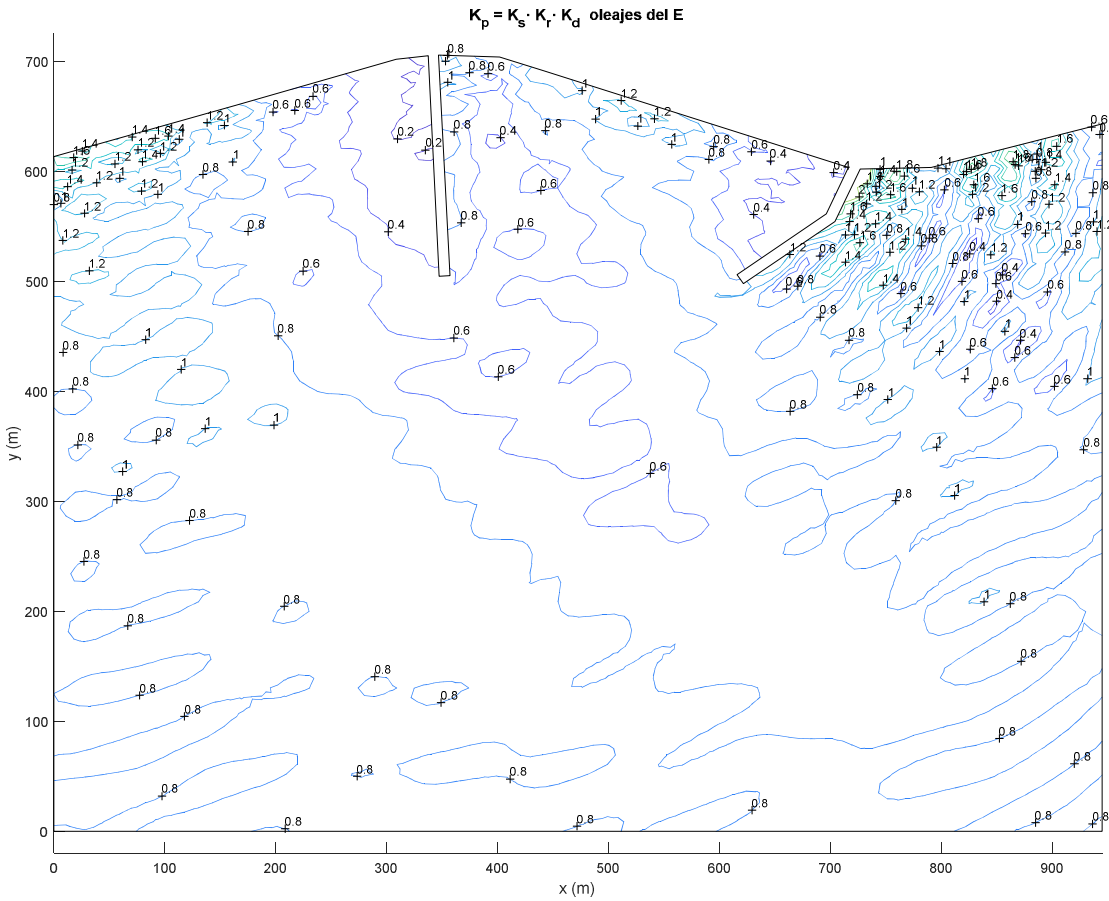
Siendo:

- $K_{PROP} \cdot H_0$  la altura de ola propagada obtenida del modelo
- $H_b$  la altura de ola rota.

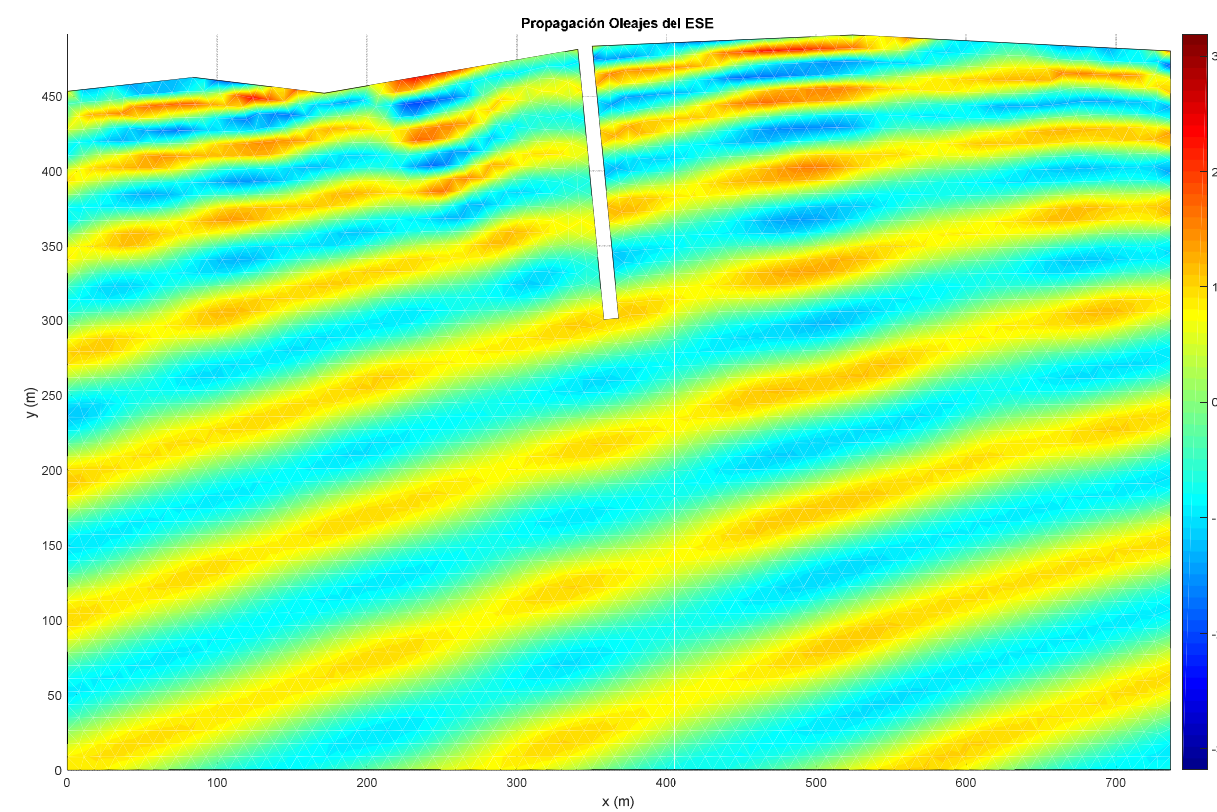
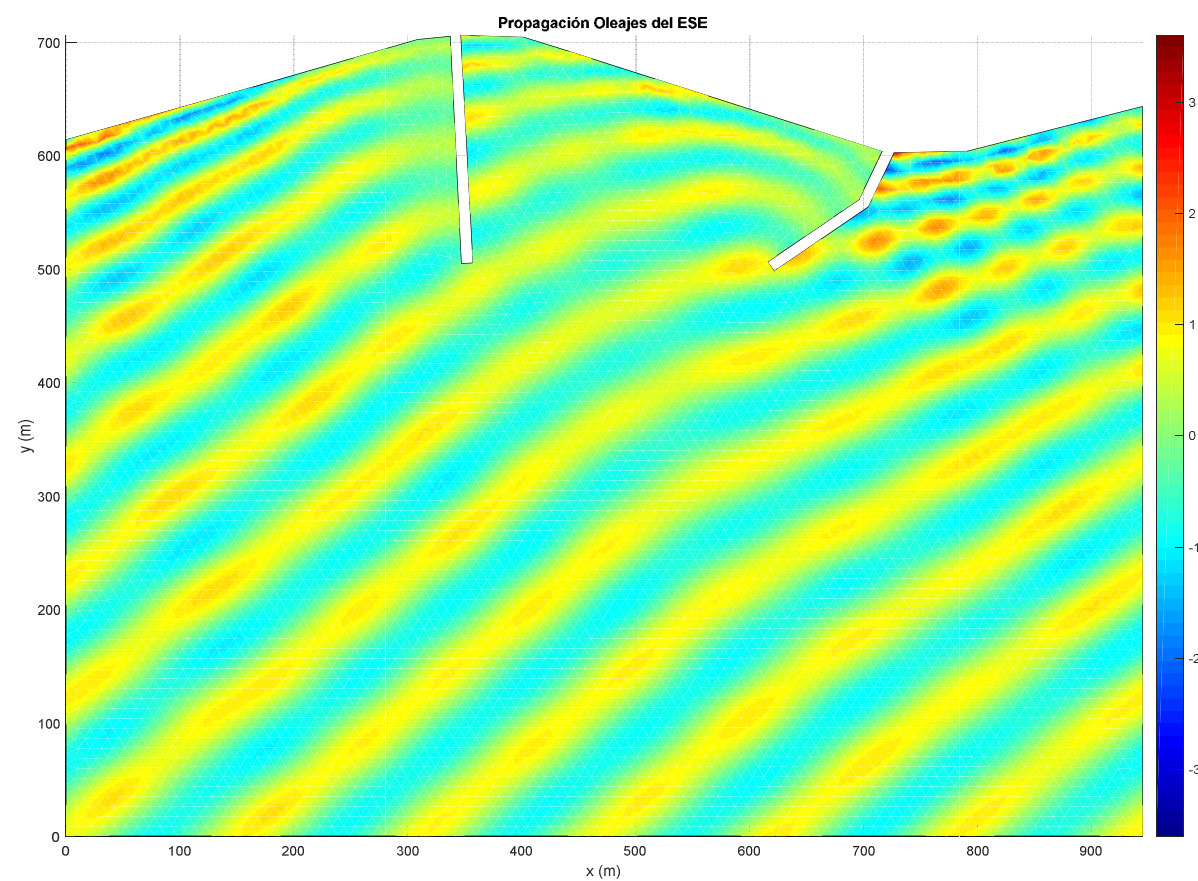
Esta comprobación del oleaje a rotura se realiza en el próximo apartado 6, donde se emplea el método de Goda para oleaje irregular (modelo PEGBIS). Se obtiene de esta forma la altura de ola de diseño que será empleada en la **formulación de Ahrens** para el cálculo de estabilidad de escolleras en los espigones.

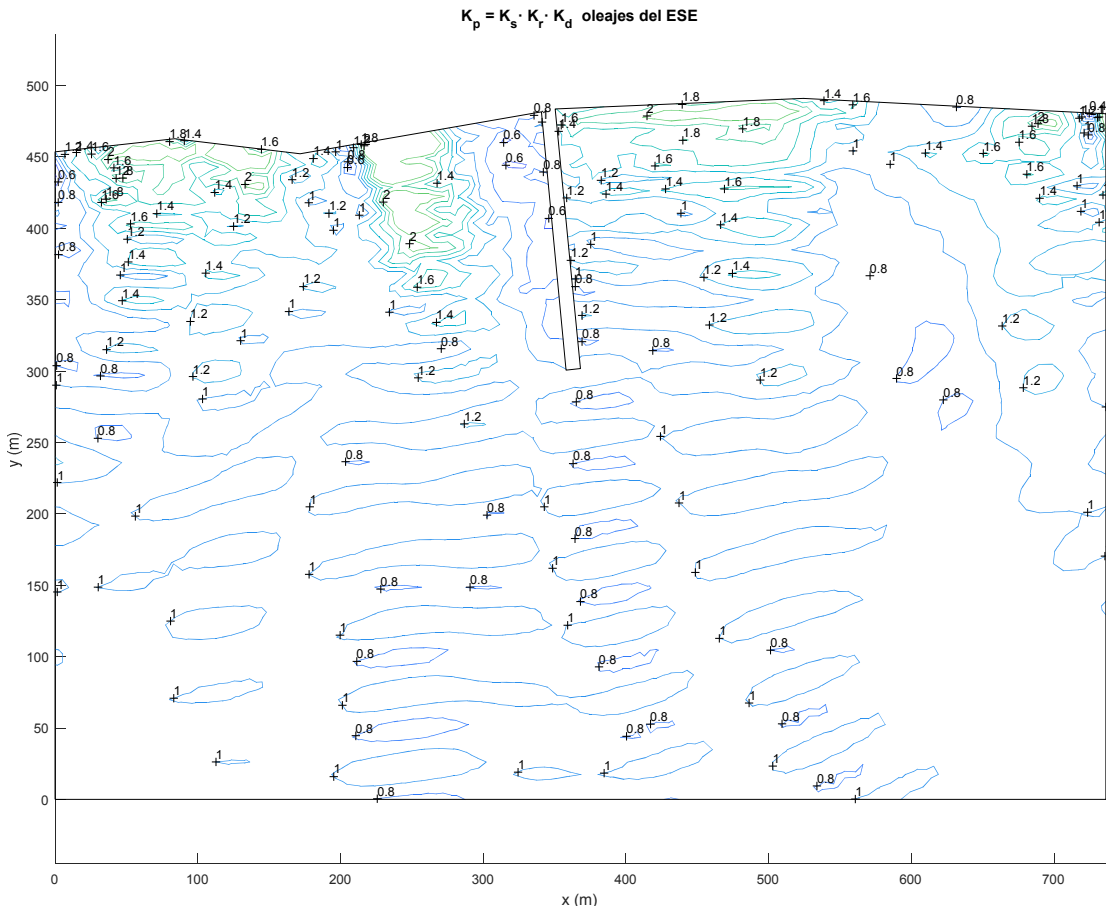
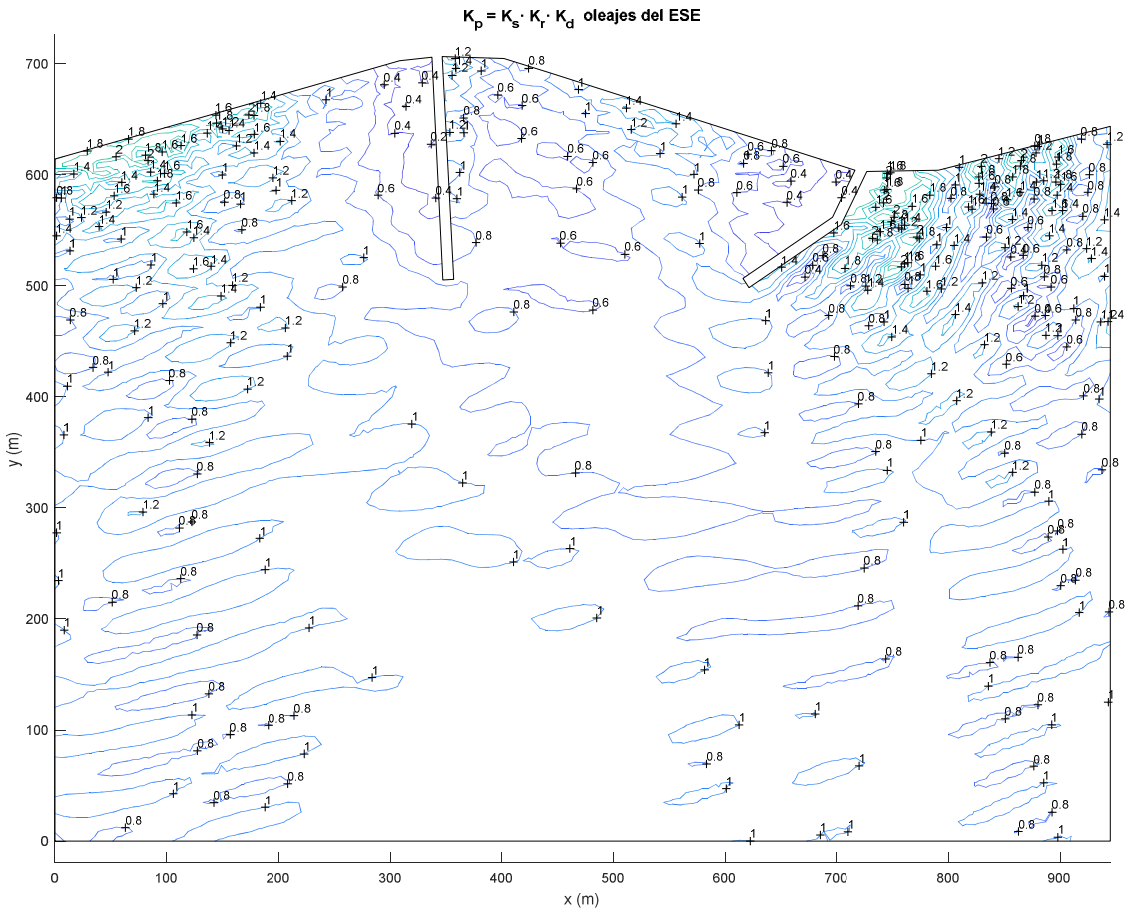
## 5.1 OLEAJES DEL E.



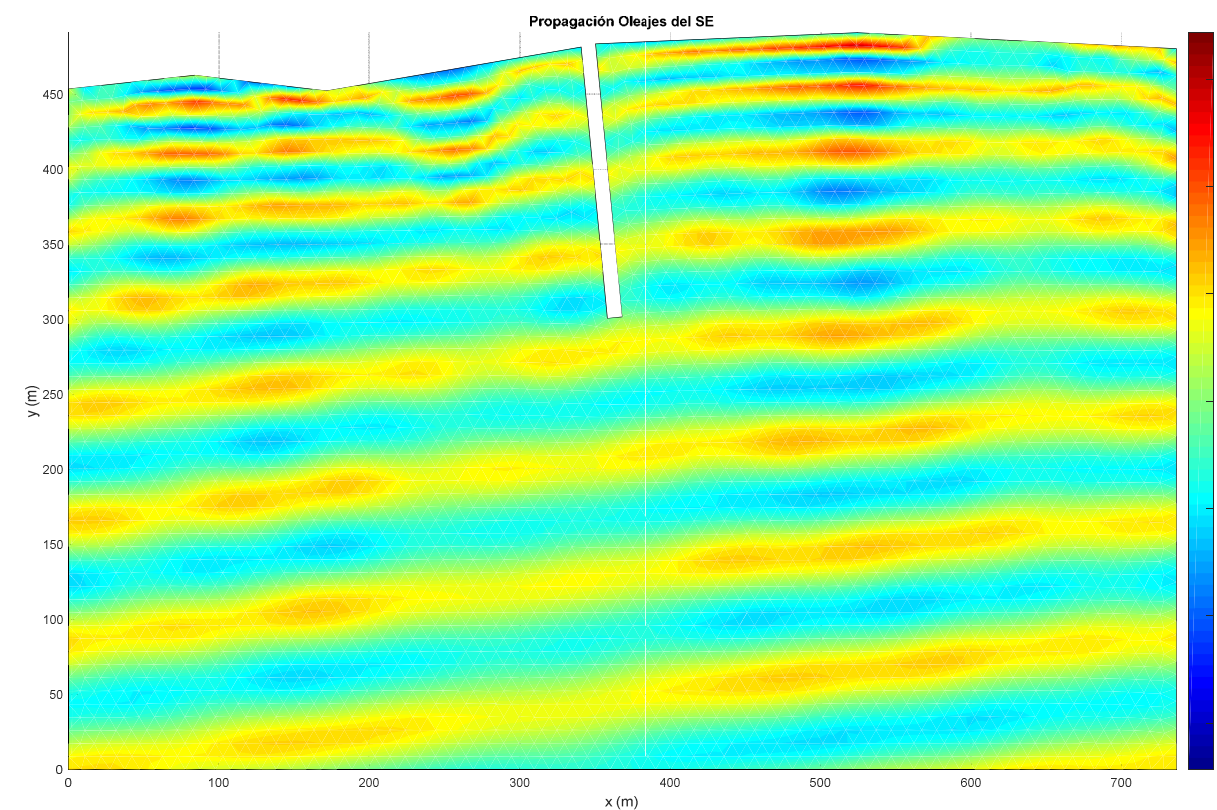
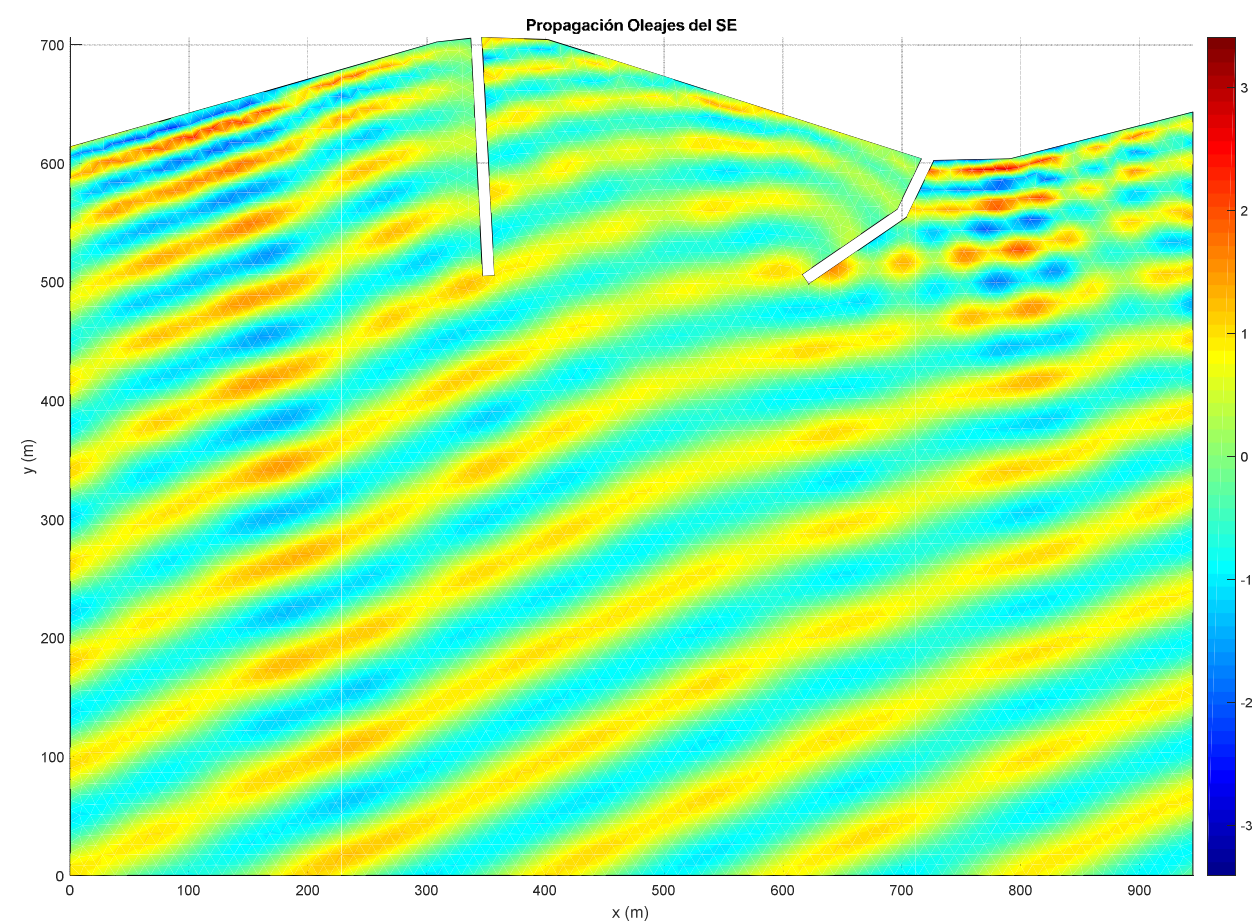


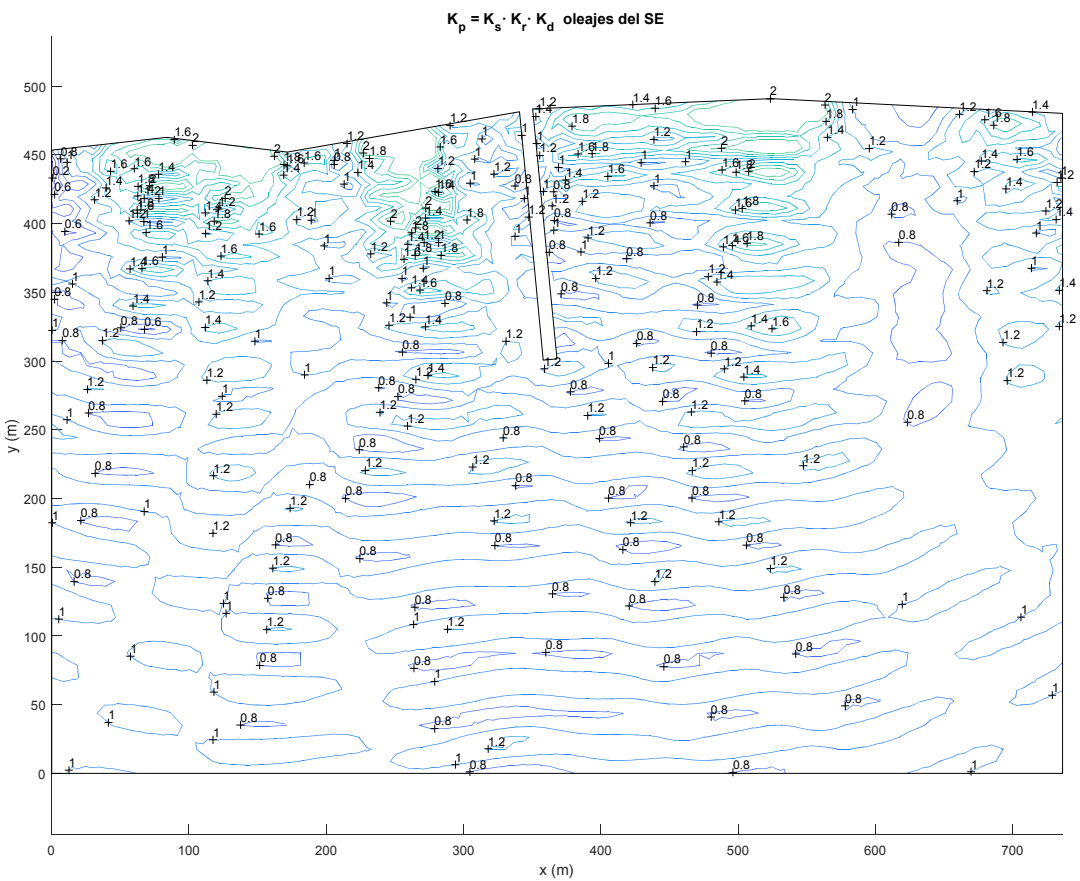
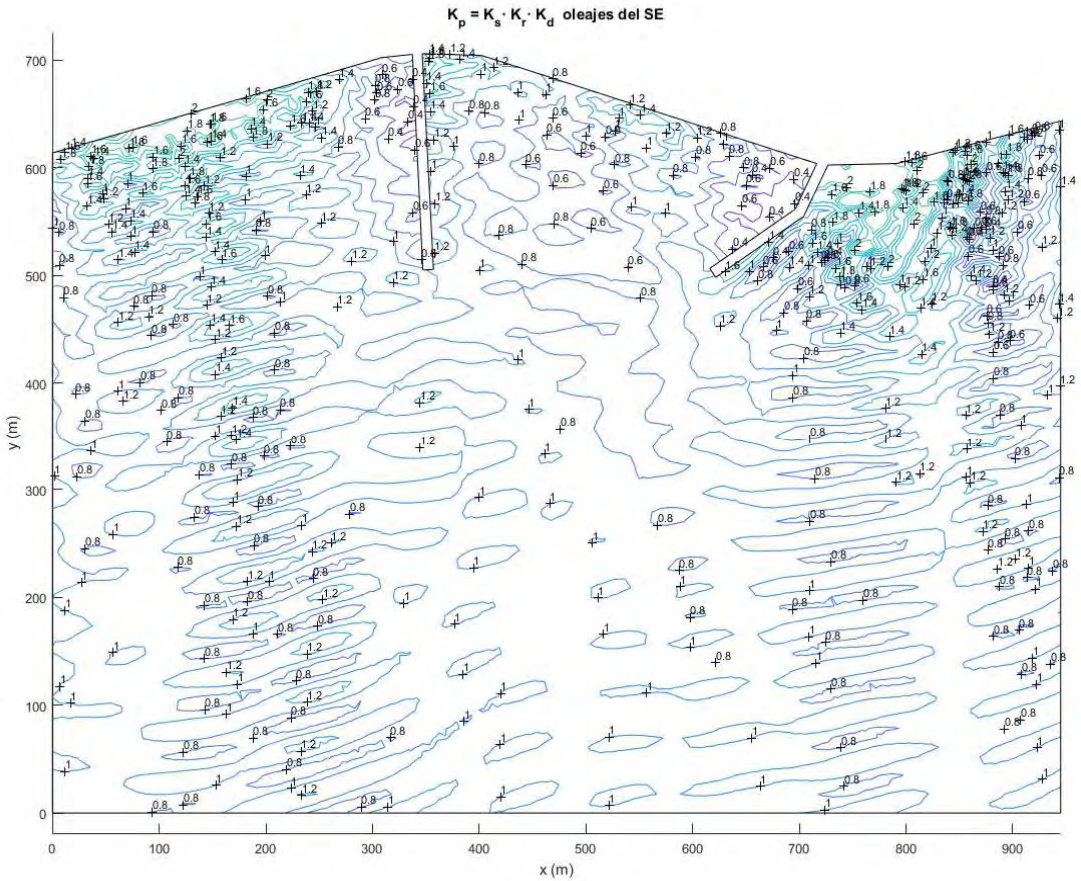
## 5.2 OLEAJES DEL ESE



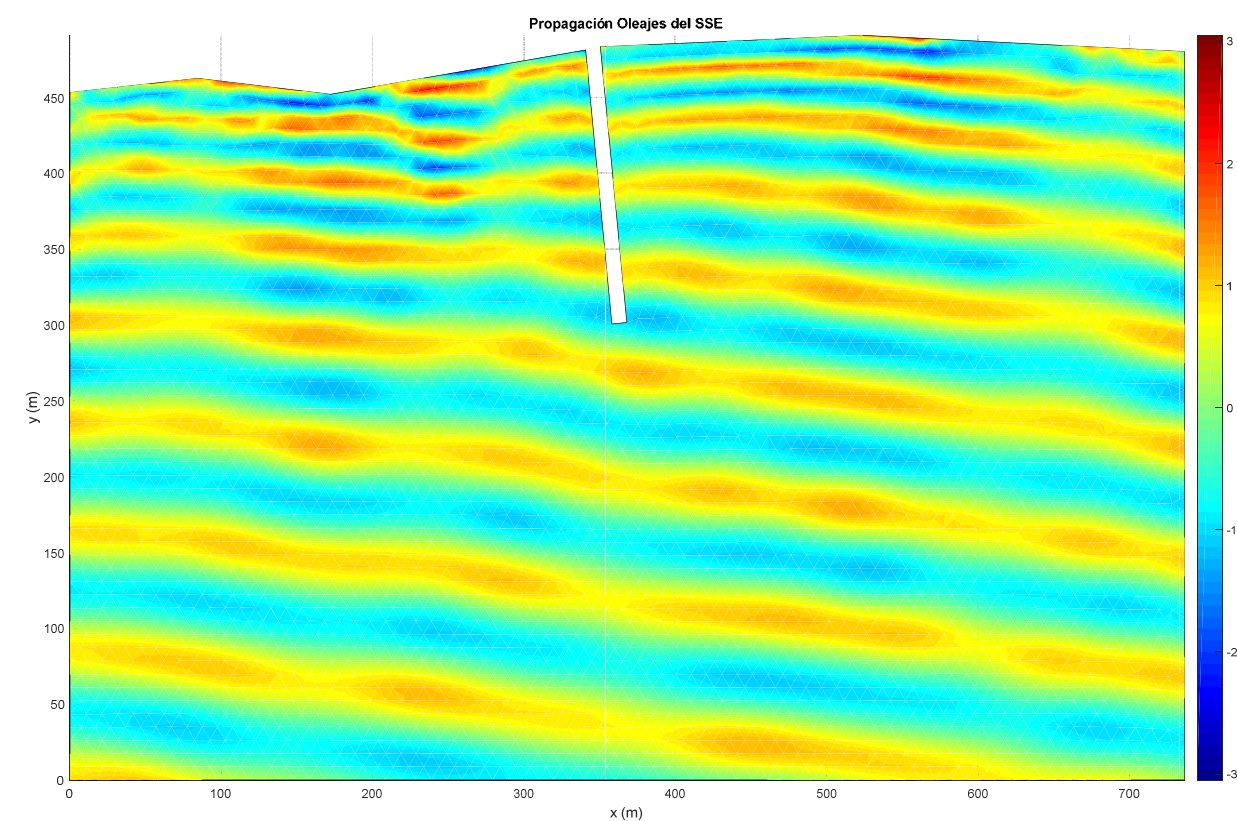
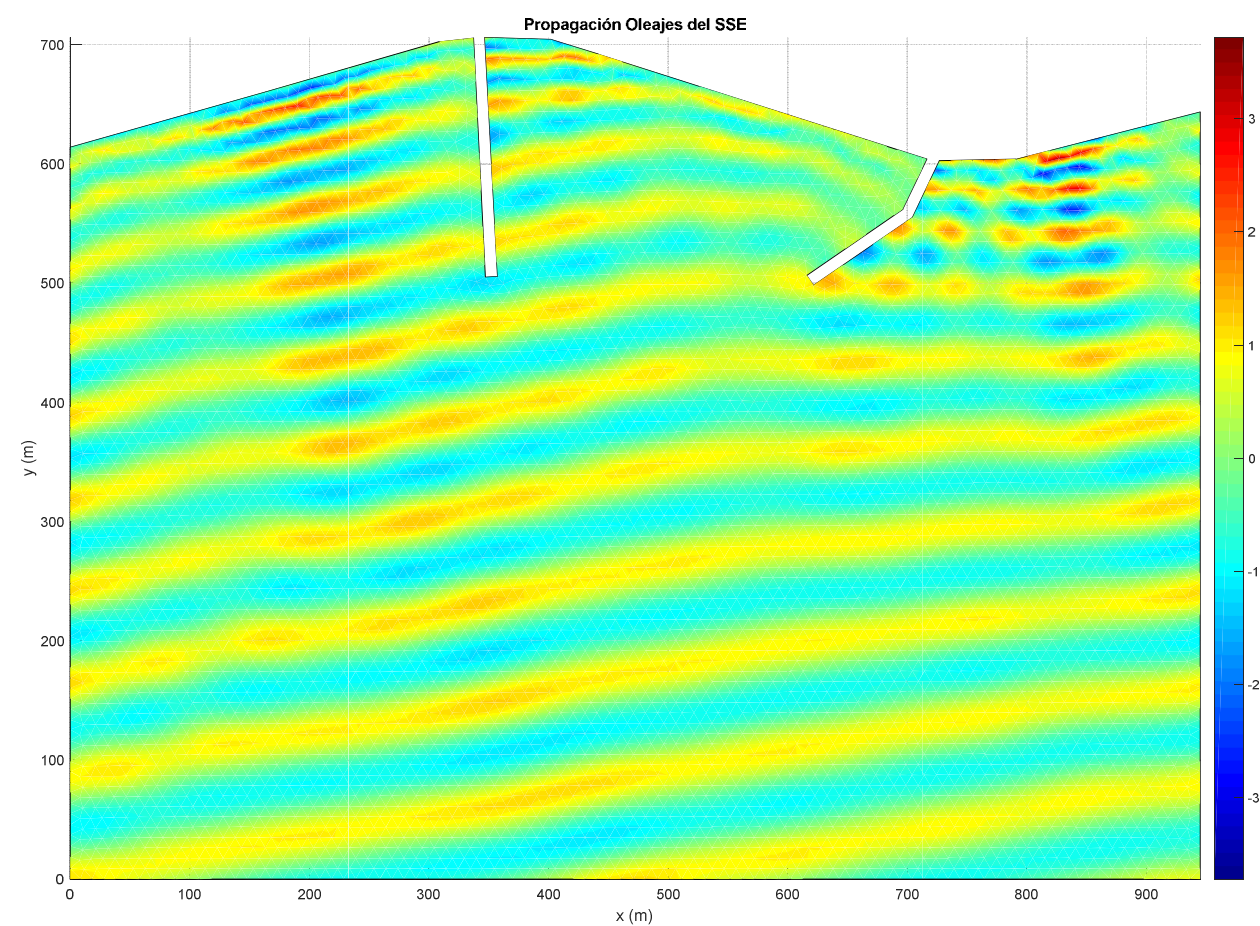


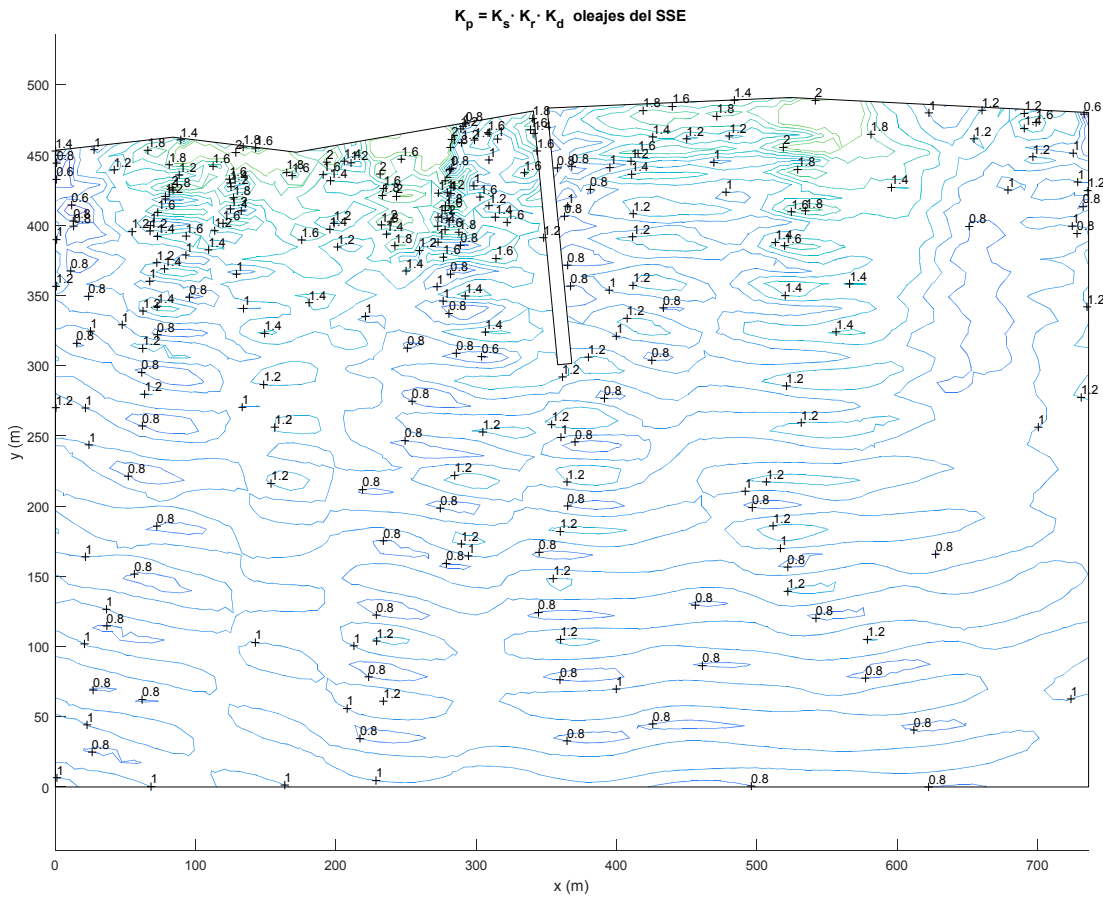
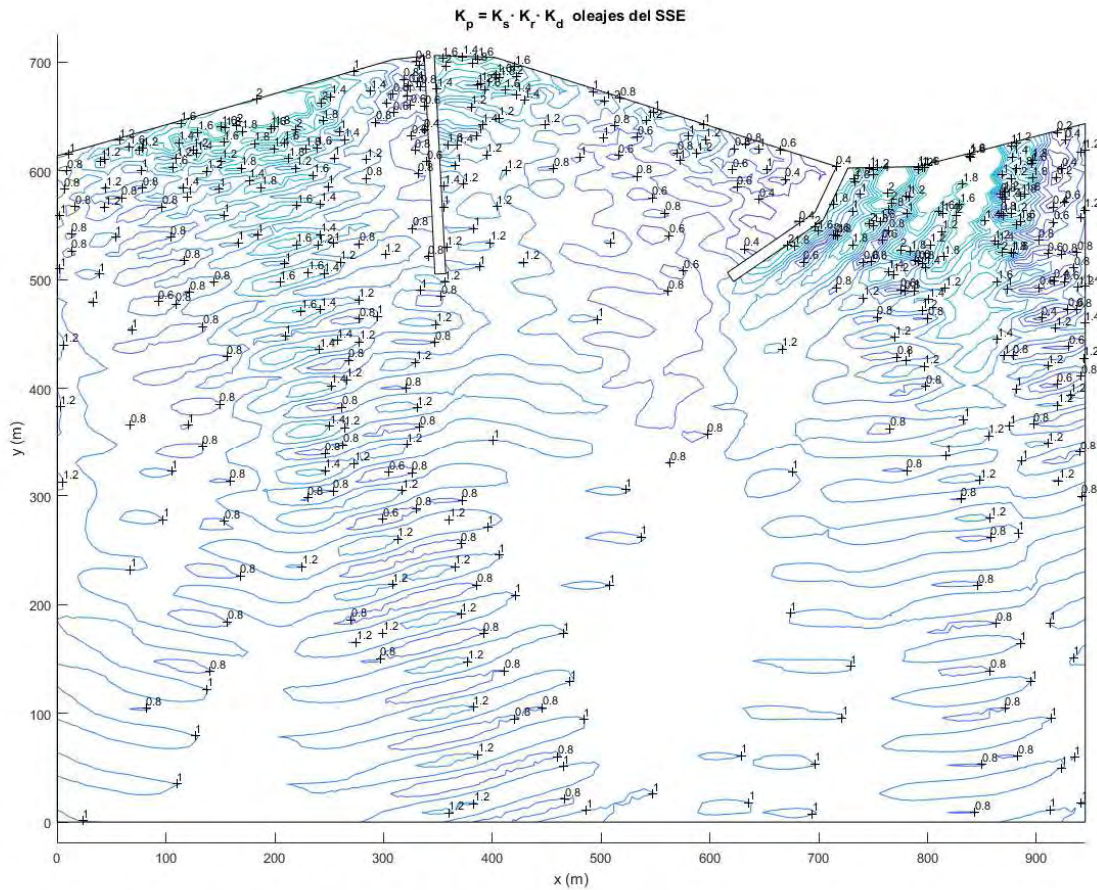
### 5.3 OLEAJES DEL SE.





## 5.4 OLEAJES DEL SSE





## 5.5 OLEAJES DEL S.

