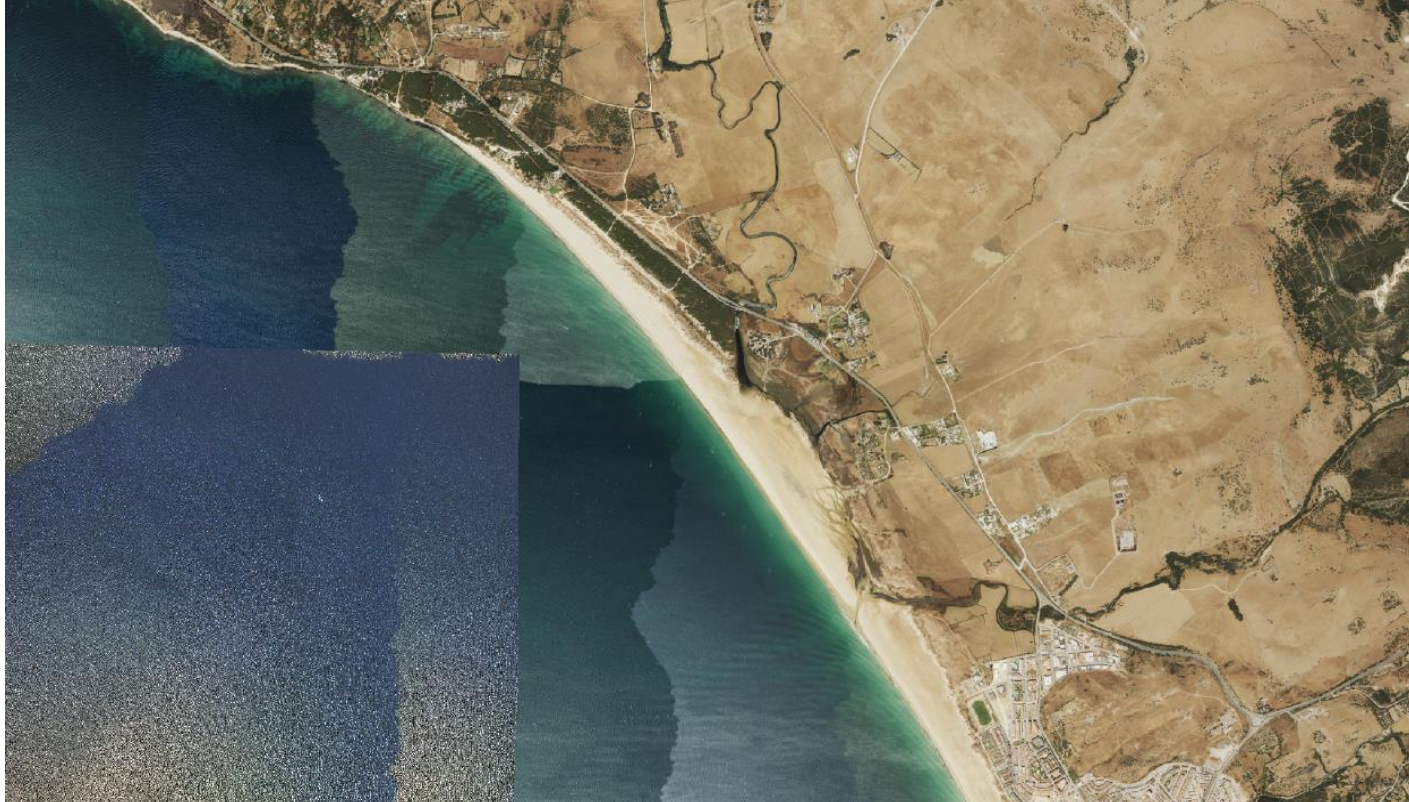




ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL PARA INSTALACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO EXPENDEDOR DE COMIDAS Y BEBIDAS AL SERVICIO DE LA PLAYA, TIPO CHIRINGUITO, DENOMINADO WAVES, T.M. TARIFA

PROMOTOR:
María Penélope Torres Morales

CONSULTORA:
Atlántida Medio Ambiente,
S.L.



AUTORES/AS:

Carmen Tornero Pinilla
Lda. Ciencias Ambientales
Colegiada COAMBA Nº 001299
Colegiada COBA Nº 002258

Manuel A. Guerrero Redondo
Ldo. Ciencias Ambientales

Amanda Rivillas Vitondo
Lda. Ciencias del Mar

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 1/78



ÍNDICE

1	ANTECEDENTES-----	8
2	OBJETO-----	8
3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN -----	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD FISOGRÁFICA-----	9
5	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO -----	12
6	ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL -----	14
6.1	INTRODUCCIÓN-----	14
6.2	DATOS -----	15
6.3	CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA MARÍTIMO-----	19
6.3.1	Viento-----	19
6.3.2	Oleaje-----	31
6.3.2.1	Régimen medio-----	41
6.3.2.2	Régimen extremal -----	42
6.4	COTA DE INUNDACIÓN -----	44
6.5	CAMBIO CLIMÁTICO-----	58
6.6	BATIMETRÍA-----	60
6.7	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-----	60
6.8	TRANSPORTE LITORAL Y BALANCE SEDIMENTARIO -----	64
6.8.1	Consideraciones previas-----	64
6.8.2	Tasas de erosión/ sedimentación-----	65
6.8.3	Evolución de la línea de Costa -----	70
6.9	PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS-----	71
6.10	CONCLUSIONES-----	72
7	BIBLIOGRAFÍA-----	77
8	ANEXO CARTOGRÁFICO-----	78



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea del ámbito de estudio.	10
Figura 2. Espacios Naturales Protegidos en el ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.	11
Figura 3. Unidades Fisiográficas del Litoral en el área de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.	12
Figura 4. Ubicación geográfica de la instalación.	13
Figura 5. Ubicación geográfica de la instalación. Escala 1:2.500.	13
Figura 6. Clasificación a Escala Temporal/Espacial de los Procesos Costeros.	14
Figura 7. Ubicación de la Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	16
Figura 8. Ubicación del punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	16
Figura 9. Fuentes de datos oceanográficos de referencia de Puertos del Estado.	19
Figura 10. Rosa de los vientos. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	20
Figura 11. Rosa de los vientos. Invierno (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	20
Figura 12. Rosa de los vientos. Primavera (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	21
Figura 13. Rosa de los vientos. Verano (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	21
Figura 14. Rosa de los vientos. Otoño (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	22
Figura 15. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	23
Figura 16. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado. ...	23
Figura 17. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	24
Figura 18. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	24



Figura 19. Medias y máximos mensuales de velocidad del viento. Boya del Golfo de Cádiz. Fuente: Puertos del Estado.....	25
Figura 20. Rosa de los vientos. (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	25
Figura 21. Rosa de los vientos. Invierno (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	26
Figura 22. Rosa de los vientos. Primavera (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	26
Figura 23. Rosa de los vientos. Verano (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	27
Figura 24. Rosa de los vientos. Otoño (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	27
Figura 25. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	28
Figura 26 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	29
Figura 27 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	29
Figura 28 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	30
Figura 29. Velocidad del viento, Punto SIMAR 6050018. Medias y máximas mensuales en los años 2013-2023 (Fuente: Puertos del Estado).....	31
Figura 30. Rosa de oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	32
Figura 31. Histogramas globales. Periodo de pico y altura significativa de ola. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	33
Figura 32. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	34
Figura 33. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	34
Figura 34. Histograma de altura significativa de ola. Verano (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	35



Figura 35. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	35
Figura 36. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2013 y 2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.	36
Figura 37. Rosa de oleaje punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	37
Figura 38. Histograma de altura significativa de ola (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	38
Figura 39. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	38
Figura 40. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	39
Figura 41. Histograma de altura significativa de ola. Verano (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	39
Figura 42. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.....	40
Figura 43. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2013 y 2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.	41
Figura 44. Régimen medio del oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado	42
Figura 45. Régimen Extremal de Oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado	43
Figura 46. Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Atlas de Inundación.	45
Figura 47. Componentes de SCI. Atlas de Inundación.....	46
Figura 48. Ubicación del área IV y subzona c. Atlas de Inundación.	48
Figura 49. Localización de la Información Instrumental. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español	49
Figura 50. Información analizada. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español	49



Figura 51. Orientaciones significativas. Atlas de Inundación.	50
Figura 52. Planta batimétrica y topográfica de la playa de estudio	51
Figura 53. Perfil Longitudinal de la playa objeto de estudio.	51
Figura 54. Perfil de tormenta y perfil de acreción (VAN RIJN, L.C. 1998)	52
Figura 55. Niveles de referencia área IV. Subzona c. Atlas de Inundación.....	53
Figura 56. Régimen extremal NM. Área IV, subzona c, Atlas de Inundación.....	54
Figura 57. Régimen Extremal de Cota de Inundación para una playa abierta, área IV subzona a. Atlas de Inundación.	55
Figura 58. Parámetros incluidos en la formulación de Van del Meer y Jansson (1995). Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.	57
Figura 59. Batimetría de la zona de estudio. Fuente: Estudio Ecocartográfico de la Provincia de Cádiz. Google Earth.	60
Figura 60. Mapa geológico del ámbito de estudio. Fuente: Diputación Provincial de Cádiz.	62
Figura 61. Transporte transversal hacia mar y hacia costa. Fuente: Universidad de Cádiz.	65
Figura 62. Deriva de playa o Beach drift. Fuente: Universidad de Cádiz.	65
Figura 63. Tasas de erosión históricas en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.	69
Figura 64. Tasas de erosión recientes en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.	69
Figura 65. Evolución de la línea de costa en el entorno del Waves.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de superficies de la instalación. Fuente: Memoria justificativa para la tramitación de la prórroga de concesión de ocupación de Dominio Público Marítimo Terrestre para instalación expendedora de comidas y bebidas al servicio de la playa Waves.	9
Tabla 2. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.....	22

FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 6/78



Tabla 3. Velocidad más frecuente y dirección principal de procedencia por trimestre.
Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado. 28

Tabla 4. Estimaciones del Régimen Extremal. Puertos del Estado..... 43

Tabla 5. Orientación de la Playa de Los Lances 50

Tabla 6. SNM para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años. 54

Tabla 7. SCI (m) para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años..... 55

Tabla 8. Resumen cálculo de la longitud en la horizontal a la que llega el Ru. 58

Tabla 9. Tasas de erosión en UC-CA19. Fuente: Estrategias para la protección de la
costa. 67

Nº Reg. Entrada: 202699904904067. Fecha/Hora: 07/05/2026 14:49:33

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 7/78	

1 ANTECEDENTES

El presente estudio se realiza a petición de Penélope Torres Morales, como solicitante de ampliación de período concesional de establecimiento expendedor de comidas y bebidas, situado en la playa de Los Lances Norte, término municipal de Tarifa (Cádiz).

2 OBJETO

El presente estudio se redacta con objeto de solicitar la ampliación del periodo de la Concesión de Ocupación del dominio público marítimo terrestre de la que dispone actualmente el establecimiento, en virtud de lo que se establece en el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas en su Artículo 135. “Duración de la concesión, apartado 4. De acuerdo con el objeto de la solicitud, los plazos máximos por los que se podrán otorgar las concesiones son los siguientes: c) Usos que presten un servicio público o al público que, por la configuración física del tramo de costa en el que resulte necesario su emplazamiento, no puedan ubicarse en los terrenos colindantes con dicho dominio: hasta un máximo de 30 años”.

Para ello ha de cumplirse lo que se establece en los artículos 91.3 y 93 del Real Decreto 876/2014. En el artículo 91 se establece el contenido mínimo que debe contemplarse en los proyectos a aportar para la solicitud de uso u ocupación del dominio público marítimo terrestre.

En su punto 3 se indica que cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 93 de este Reglamento.

El presente estudio pretende evaluar el grado de interacción entre los procesos físico-naturales que determinan la dinámica litoral de la unidad fisiográfica con la instalación propuesta, y el grado de afección que puede ejercer a cada uno de dichos procesos. Por tanto, el objeto de este estudio es el de analizar y valorar si la instalación puede suponer alguna afección a la dinámica litoral en diferentes horizontes temporales y no al revés, esto es, no se valora si dicha instalación puede verse afectada en algún momento por la dinámica costera.

Todo ello se analiza desde una perspectiva integradora, apostando por la inclusión del mayor número de elementos posibles relacionados con las características de la



playa y su entorno más inmediato, así como de las características de la instalación y su diseño.

3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consiste en un establecimiento expendedor de comidas y bebidas al servicio de la playa, existente y ubicado en la misma localización desde el año 2011.

Se trata de una instalación desmontable, aunque con permanencia todo el año, con una parte cerrada y la mayoría de la instalación abierta con las superficies distribuidas de la siguiente forma, tal y como se recoge en la resolución de la primera prórroga de la concesión:

INSTALACIÓN OBJETO DE LA CONCESIÓN	
Zonas cerradas	48,7 m ²
Terrazas abiertas	59,13 m ²
Bienes muebles	10,58 m ²
Total Computable	118,41 m ²
Aseo y ducha	12,29 m ²
Acceso a servicios	19,88 m ²
Cerramiento fosa séptica, grupo electrógeno y depósitos de agua	41,08 m ²
Total instalación	191,66 m²

Tabla 1. Distribución de superficies de la instalación. Fuente: Memoria justificativa para la tramitación de la prórroga de concesión de ocupación de Dominio Público Marítimo Terrestre para instalación expendedora de comidas y bebidas al servicio de la playa Waves.

4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD FISIAGRÁFICA

El establecimiento expendedor de comidas y bebidas se sitúa sobre la unidad fisiográfica de la playa de Los Lances Norte, en el T.M. de Tarifa.

Como se indica en la memoria justificativa, la instalación se ubica en dominio público marítimo terrestre en el carril de Los Lances Norte detrás del cordón dunar existente. Este tramo de costa se encuentra delimitado, en el plan de explotación de playas del ayuntamiento de Tarifa, como zona para la práctica de Escuelas de Kitesurf.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 9/78	



Figura 1.Vista aérea del ámbito de estudio.

La playa de Los Lances Norte está catalogada según la guía de playas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico como semiurbana. Con una longitud de aproximadamente 4.600 metros y una anchura media de 120 metros, aunque presenta variación.

La reciente Estrategia para la protección costera en la provincia de Cádiz considerando los efectos del cambio climático, a la que se hará reiterada mención en este documento, identifica el tramo donde se ubica el establecimiento como UG-CA 19.B Lances Sur.

Se accede desde una pasarela de madera que conecta la playa con el carril de Los Lances Norte.

El ámbito del establecimiento se ubica dentro de espacios naturales protegidos, dentro del Paraje Natural Playa de Los Lances y del Parque Natural del Estrecho, que se corresponde con los espacios Red Natura 2000 Zona de Especial Conservación (ZEC) y Zona de Especial Protección para las aves (ZEPA) del Estrecho (ES0000337), además del ZEC del Río de la Jara (ES120028) (Fig.2).

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 10/78	

Nº Reg. Entrada: 202699904904067. Fecha/Hora: 07/05/2026 14:49:33



Figura 2. Espacios Naturales Protegidos en el ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

De acuerdo con el mapa de unidades fisiográficas del litoral andaluz, el establecimiento se ubica sobre *formaciones dunares conectadas a nivel de mar*. La parte trasera se corresponde con *mantos eólicos indiferenciados* y la frontal con *formaciones sedimentarias litorales* tanto de *Playa seca (backshore)* como *inter y submareales (Bajos arenosos y barras intermedias)* (Fig. 3).

Cabe mencionar que la zona en que se ubica la instalación era anteriormente un aparcamiento que daba servicio a los usuarios de la playa. Así, el establecimiento se localiza desde su inicio sobre el suelo que ocupaba un aparcamiento, de modo que la instalación de la estructura no se realizó sobre la arena del cordón dunar, sino sobre un área ya degradada por el tránsito de vehículos.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 11/78	

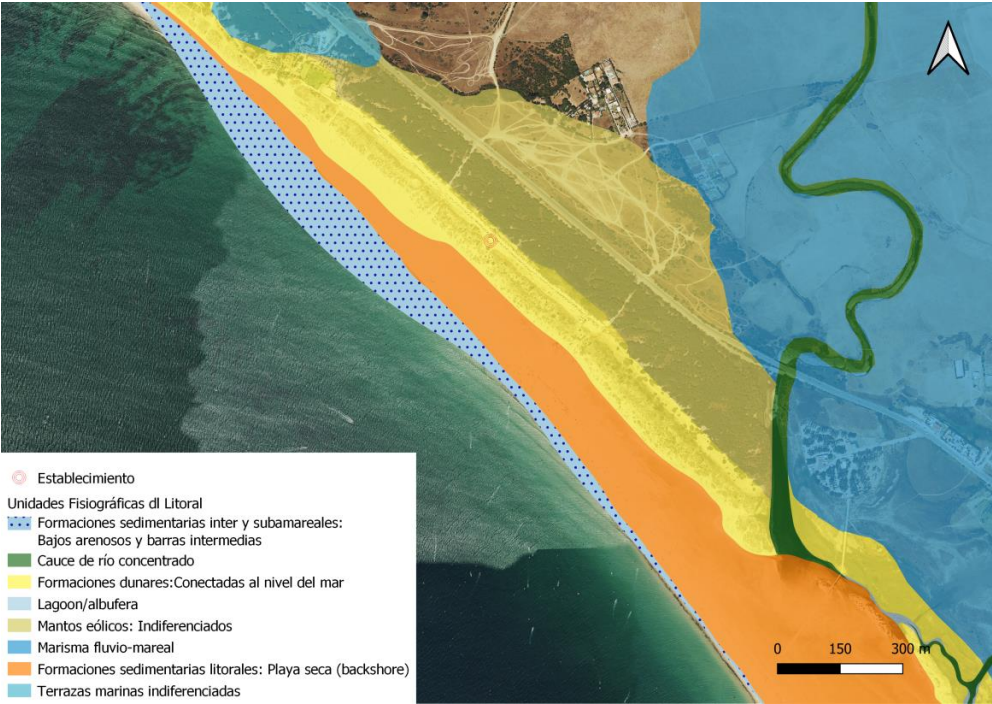


Figura 3. Unidades Fisiográficas del Litoral en el área de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía.

5 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La zona de actuación se ubica en la zona central de la playa de Los Lances Norte.

El centro de gravedad de las instalaciones se encuentra aproximadamente en las siguientes coordenadas UTM-30, ETRS-89:

X: 262191,9 m

Y: 3.992361,7 m

El establecimiento se encuentra ubicado en dominio público marítimo terrestre, fuera del límite interior de la ribera del mar, y afectado por el siguiente deslinde:

DL-75-CA (O.M. 16/04/1997)

Se ubica entre los hitos M-45 y M-46A.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 12/78	

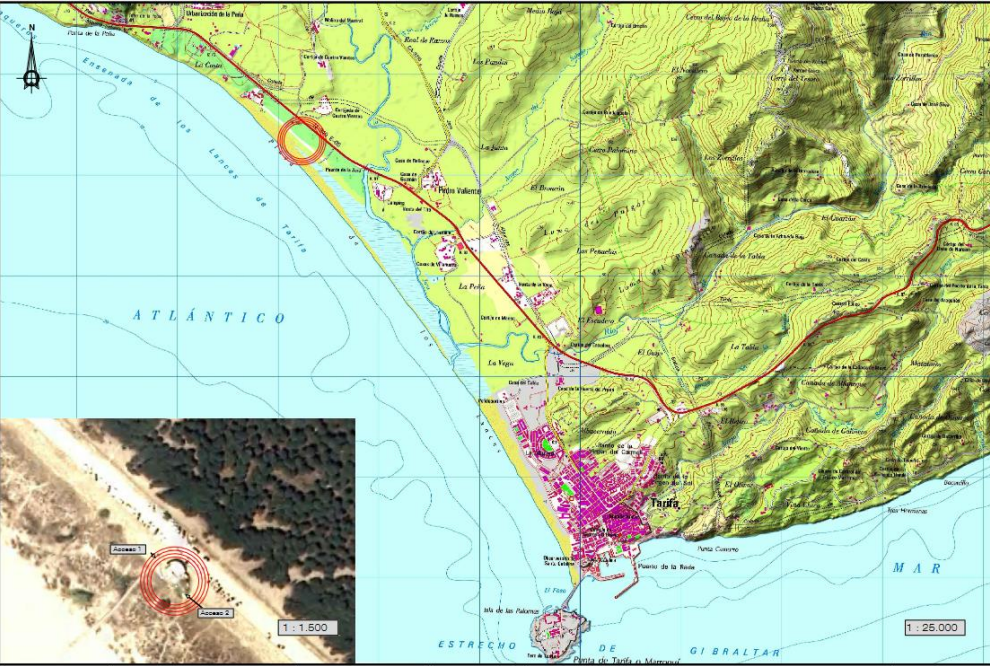


Figura 4. Ubicación geográfica de la instalación.

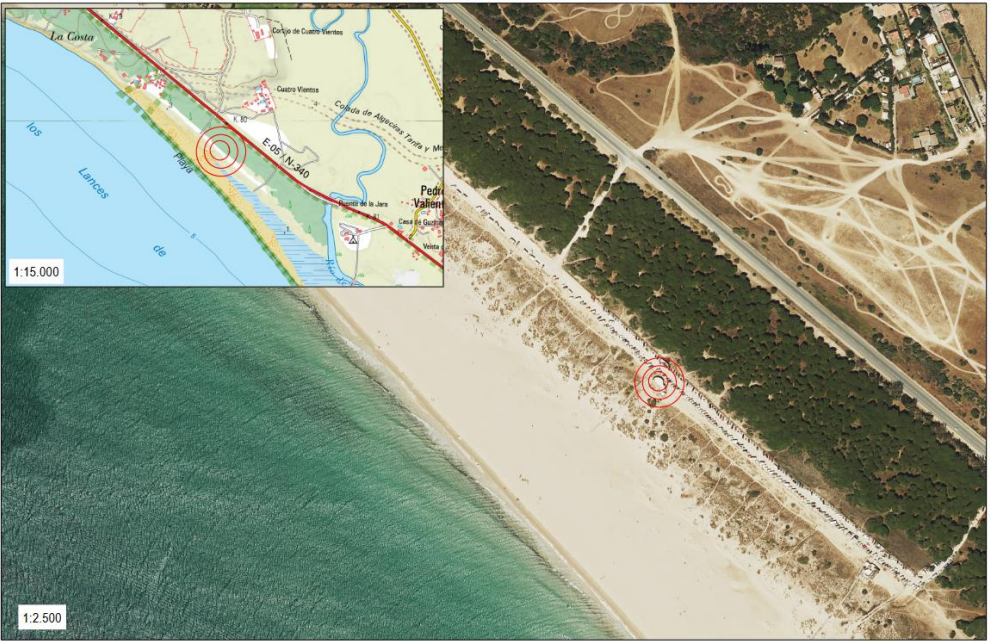


Figura 5. Ubicación geográfica de la instalación. Escala 1:2.500.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 13/78	

6 ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL

6.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anexo es el de hacer una caracterización general de los procesos costeros que afectan a la unidad fisiográfica de la Playa de Los Lances Norte.

Las características de la franja litoral de esta unidad fisiográfica son el resultado de la interacción de una serie de procesos que actúan a diferentes escalas temporales y espaciales sobre la morfología.

La complejidad de dichos procesos y su solapamiento continuo requieren una distinción entre ellos, centrándose este estudio en los clasificados como de tercer orden y una especial mención a la erosión y sedimentación, pertenecientes al segundo orden. Así mismo, acompaña a este estudio otro específico sobre los procesos de primer orden relativos al cambio climático y los cambios del nivel del mar.

PROCESOS DE PRIMER ORDEN	
Cambio climático Cambios en el nivel del mar Tectónica de placas	Nivel global y a escala geológica
PROCESOS DE SEGUNDO ORDEN	
Erosión/sedimentación Actividad biogénica Actividad criogénica	Nivel regional. Décadas o estacional
PROCESOS DE TERCER ORDEN	
Vientos Olas, corrientes y mareas	Nivel regional. Semanas y minutos

Figura 6. Clasificación a Escala Temporal/Espacial de los Procesos Costeros.

A partir de las fuentes de datos existentes para la unidad fisiográfica, se va a tratar de realizar una aproximación que caracterice su comportamiento hidrodinámico, con el fin de comprender en qué medida puede llegar a afectar la instalación del chiringuito a los procesos anteriormente descritos.

Para la realización del estudio se han realizado cálculos y estimaciones basadas en los datos disponibles que, de manera general, pueden aportar una idea simplificada de la hidrodinámica costera en esta zona.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 14/78	

6.2 DATOS

Los datos utilizados en el estudio pertenecen a diversas fuentes disponibles en la web de Puertos del Estado (PPE), la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Andalucía (CMAOT), la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) y la Dirección General de la Costa y del Mar (DGCM).

- Datos obtenidos desde Puertos del Estado

La caracterización de los regímenes de viento y oleaje que afectan al ámbito de estudio se realiza a partir de los registros históricos y predictivos de Puertos del Estado, organismo que cuenta con una red de recepción y tratamiento de datos oceanográficos, distribuida por todo el espacio marítimo nacional.

Por un lado, se toma como referencia los datos obtenidos de la Red de Aguas profundas, provenientes de la red de boyas instaladas en diversos puntos de mar abierto y desde las que se toman datos in situ de distintas variables oceanográficas.

Estos datos se comparan con los obtenidos por la Red SIMAR, derivados de modelos numéricos y que incorporan los resultados del subconjunto SIMAR-44 y el subconjunto WANA.

En el caso de la costa tarifeña y en la latitud en la que se sitúa la unidad fisiográfica objeto de estudio, se ha tomado como referencia los datos de oleaje y vientos registrados por la **Boya del Golfo de Cádiz pese a que la Boya de Tarifa sea la más cercana**. Esto se debe a la consideración de que los registros de la Boya del Golfo de Cádiz se aproximan más a las condiciones de oleaje incidente y régimen de vientos en la playa de Los Lances.

Esta boya oceanográfica inició su actividad en el año 1996 y desde entonces Puertos del Estado recibe datos en continuo de los parámetros que caracterizan el régimen de oleaje y el régimen de vientos en la zona. En la figura 7 se resumen las características de situación de la boya.

Como punto SIMAR más próximo a la zona de estudio, se utilizará el referenciado como **SIMAR 6050018**. Este punto se ubica en las coordenadas 36.05° N y 5.67° O, (Fig. 8).



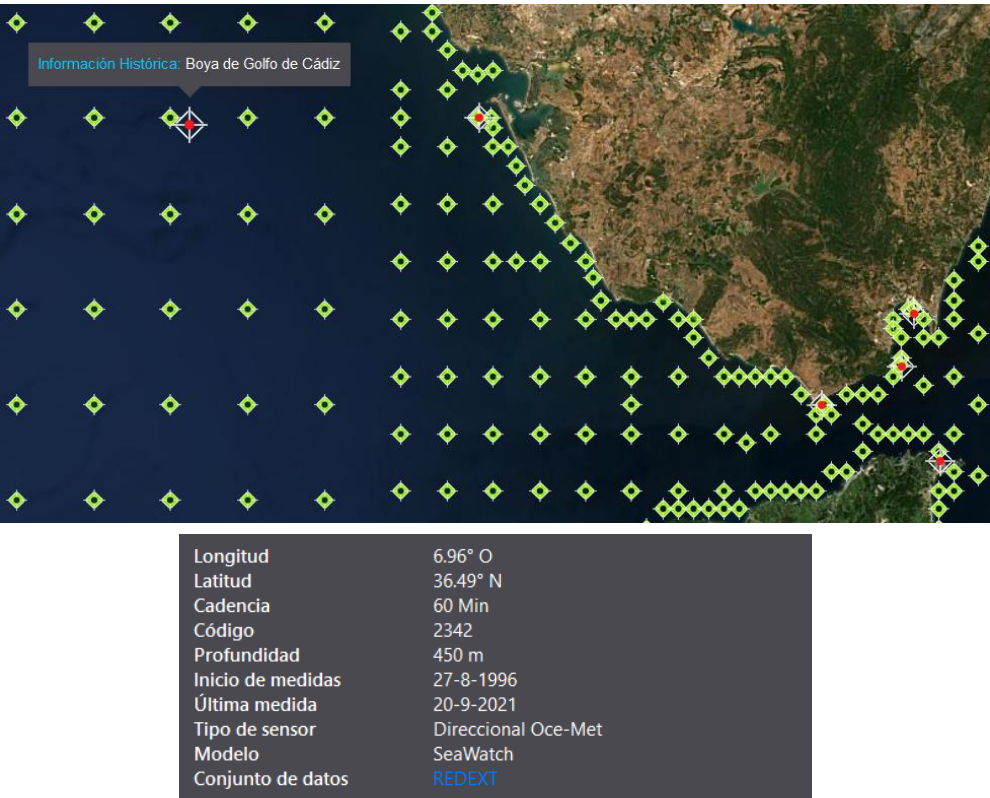


Figura 7. Ubicación de la Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

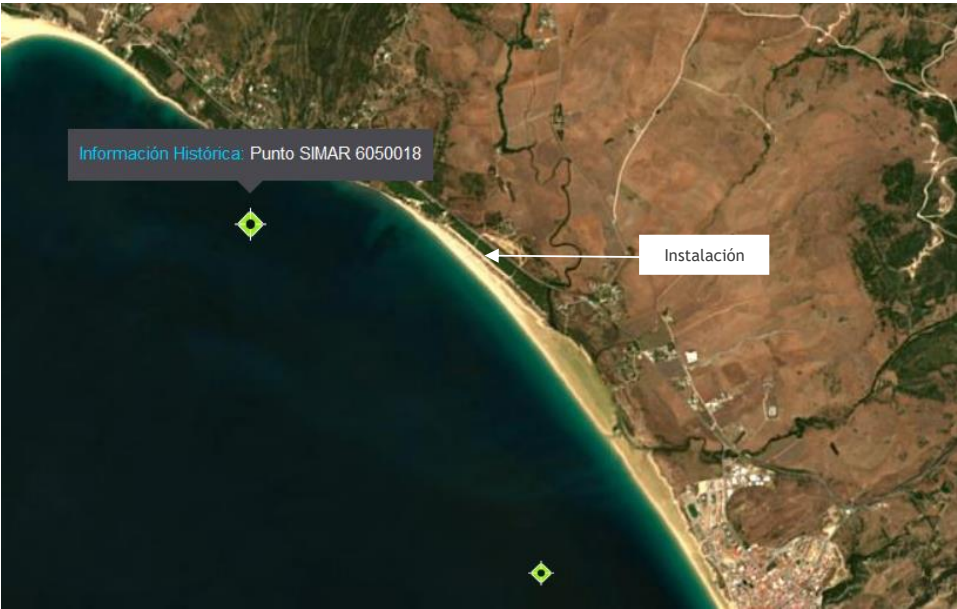


Figura 8. Ubicación del punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 16/78	

Las series de datos SIMAR son series temporales de parámetros de viento y oleaje, cuya actualización diaria nos ofrece un histórico de variación de estos desde el año de inicio de su funcionamiento hasta la actualidad.

La red SIMAR se constituye a partir de la unificación de dos grandes conjuntos de datos gestionados por Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. Si bien antes se trataban por separado, en la actualidad se han fusionado para una mayor cobertura espacial y una mejora en el número de puntos de muestreo disponibles.

a) Subconjunto SIMAR-44:

Adquiere datos atmosféricos, oleaje y nivel del mar, y los incorpora en un modelo numérico de alta resolución.

Para el Atlántico y el Estrecho de Gibraltar, los datos proceden de dos simulaciones de oleaje y viento, una realizada por Puertos del Estado de forma independiente y la otra por el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) en marco del proyecto VANIMEDAT-II.

Para la obtención de los datos de viento en el Atlántico y del Estrecho de Gibraltar, este subconjunto utiliza el modelo regional RCA3.5 alimentado con los datos del reanálisis atmosférico global ERA-40. Estas simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es) con una resolución en la malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20 Km por 20 Km).

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el 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.

Se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo con el fin de poder describir situaciones con mares de fondo cruzados.

Por otro lado, para el entorno del Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y del Archipiélago Canario se han anidado a la malla principal mallas secundarias con una resolución que en el caso del Estrecho de Gibraltar llega a los 1' de longitud x 1' latitud.

El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. 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 interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

b) Subconjunto WANA

La obtención de esta serie de datos se corresponde con la predicción del estado de la mar, llevada a cabo por Puertos del Estado y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Se trata de datos analíticos, lo que supone que para cada instante del modelo existen parámetros de viento y presión referentes a la evolución anterior de los parámetros de modelado y a las observaciones realizadas.

Las series temporales del conjunto WANA han ido incorporando mejoras en cuanto a su resolución espacial y temporal, de tal manera que, del 2012 en adelante, los datos de viento presentan una resolución temporal de 1h y una resolución espacial de 3 km, mientras que, para el oleaje en la zona de Cádiz, se tiene una resolución temporal de 1h y espacial de 5 km.

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.

Así, los datos de referencia tomados se resumen en la siguiente figura:

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 18/78	

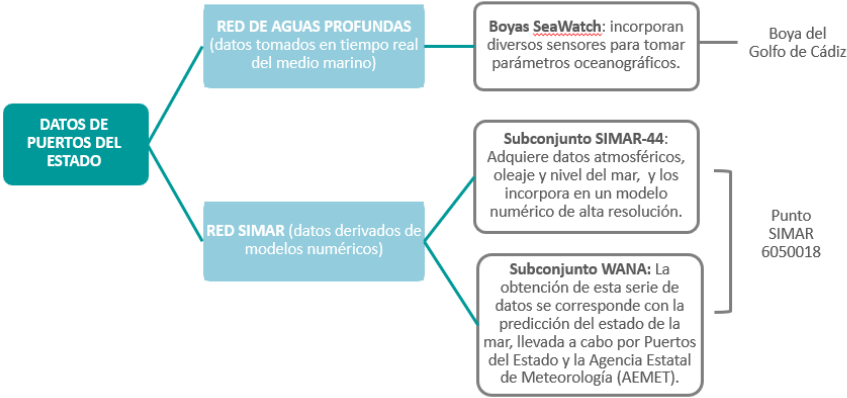


Figura 9. Fuentes de datos oceanográficos de referencia de Puertos del Estado.

6.3 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA MARÍTIMO

6.3.1 Viento

El viento es uno de los factores dominantes sobre la dinámica marina. Aunque se trata de un proceso de alta variabilidad dentro de una escala temporal pequeña, su intensidad y dirección varía continuamente, presenta patrones de comportamiento cíclico, cuyo conocimiento es determinante para entender cómo afecta la hidrodinámica sobre el litoral, y a su vez, cómo las actuaciones antrópicas sobre el mismo pueden interrumpir su natural influencia.

De entre los datos tomados en tiempo real relativos al viento, los más cercanos a la zona de estudio se corresponden con el mareógrafo de Algeciras. Sin embargo, dado que se localiza en el interior de la bahía, los resultados obtenidos pueden desviarse significativamente con respecto a los datos reales en la playa de Los Lances, por lo que se toma como referencia la Boya del Golfo de Cádiz.

La rosa de los vientos que ofrece los registros de la Boya del Golfo de Cádiz aparece en la Figura 10, y representa valores obtenidos en los últimos 10 años (periodo 2013-2023). Se puede observar la gran variabilidad anual en las direcciones de procedencia de los vientos en la zona, siendo los procedentes del NNW y W los más frecuentes. En cuanto a la velocidad del viento, son los procedentes del E y ESE los que alcanzan las mayores velocidades, superando los 8 m/s con más frecuencia.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 19/78	

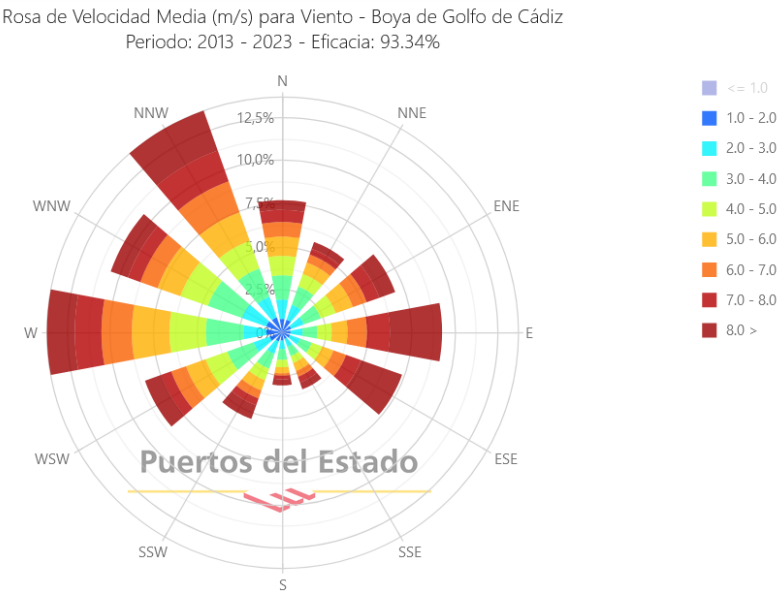


Figura 10. Rosa de los vientos. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Debido a esta variabilidad, se va a descomponer el año en periodos más cortos, analizándose por separado la velocidad media registrada del viento y su dirección de procedencia.

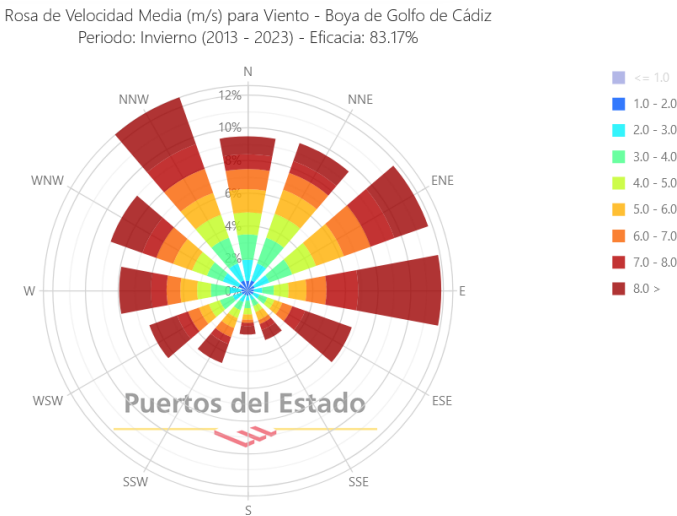


Figura 11. Rosa de los vientos. Invierno (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 20/78	

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
Periodo: Primavera (2013 - 2023) - Eficacia: 96.68%

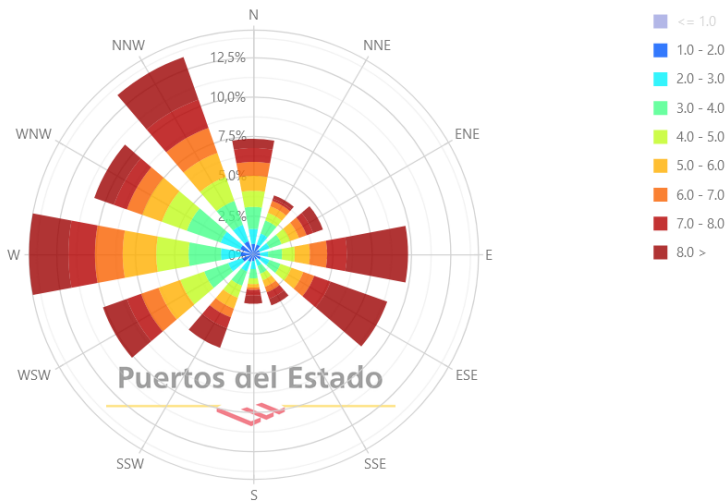


Figura 12. Rosa de los vientos. Primavera (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Boya de Golfo de Cádiz
Periodo: Verano (2013 - 2023) - Eficacia: 97.84%

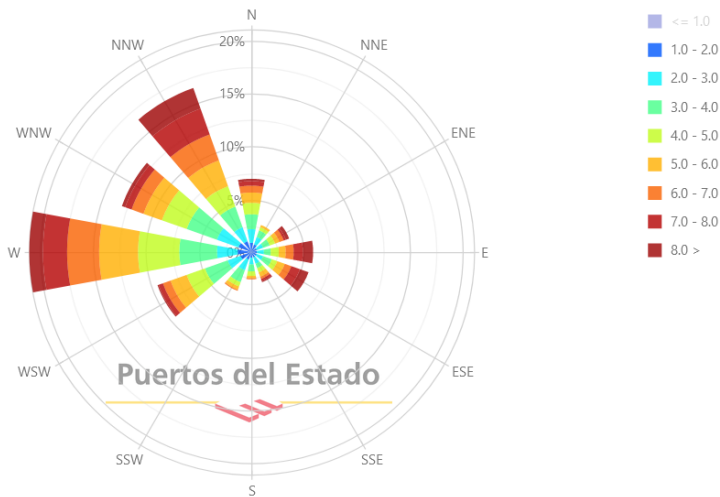


Figura 13. Rosa de los vientos. Verano (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 21/78	

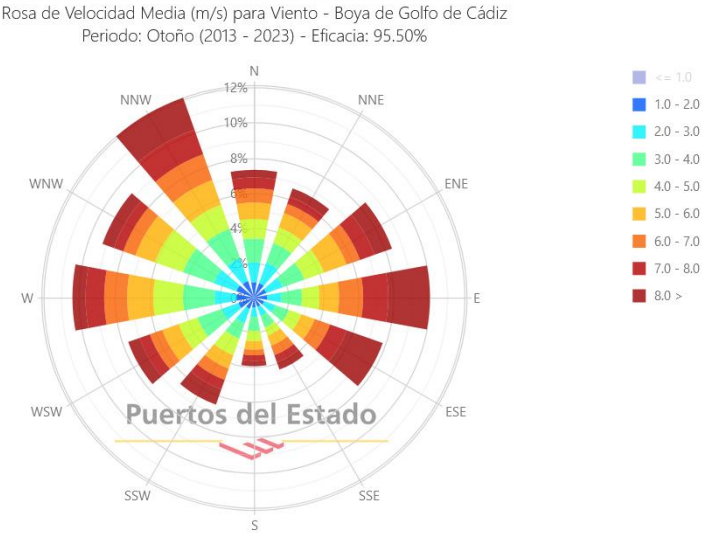


Figura 14. Rosa de los vientos. Otoño (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En la tabla 2, se recoge la dirección y velocidad media más frecuente de los vientos registrados para cada uno de los trimestres en el periodo 1996-2023 (desde el inicio de la toma de datos). En general, existe una alta variabilidad en cuanto a la dirección del viento, aunque predominan los de componente oeste. Los vientos menos frecuentes para prácticamente todos los periodos son los de componente sur. El periodo junio-agosto es el que presenta menor variabilidad en cuanto a dirección, frente al trimestre de septiembre a noviembre, que alterna vientos procedentes de todas las direcciones.

Periodo del año	Origen	Velocidad media (m/s)
Dic-feb	NE	3,5-4
Mar-may	W	3,5-4
Jun-ago	W	3,5-4
Sep-nov	NW	3,5-4

Tabla 2. Velocidad media y dirección principal de procedencia de los vientos por trimestre. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En cuanto a la velocidad media del viento por trimestre, en todos los casos resulta más frecuente las comprendidas entre 3,5 y 4 m/s, con frecuencias en torno al 7-10% en función de la estación. El trimestre con menos frecuencia de vientos fuertes es el de junio-agosto, donde las velocidades rara vez superan los 10 m/s. Por el contrario, el periodo invernal es el que presenta valores más altos en cuanto a velocidades medias, llegando a suponer en torno a un 11% los vientos que superan los 10 m/s (Figs. 15-18).



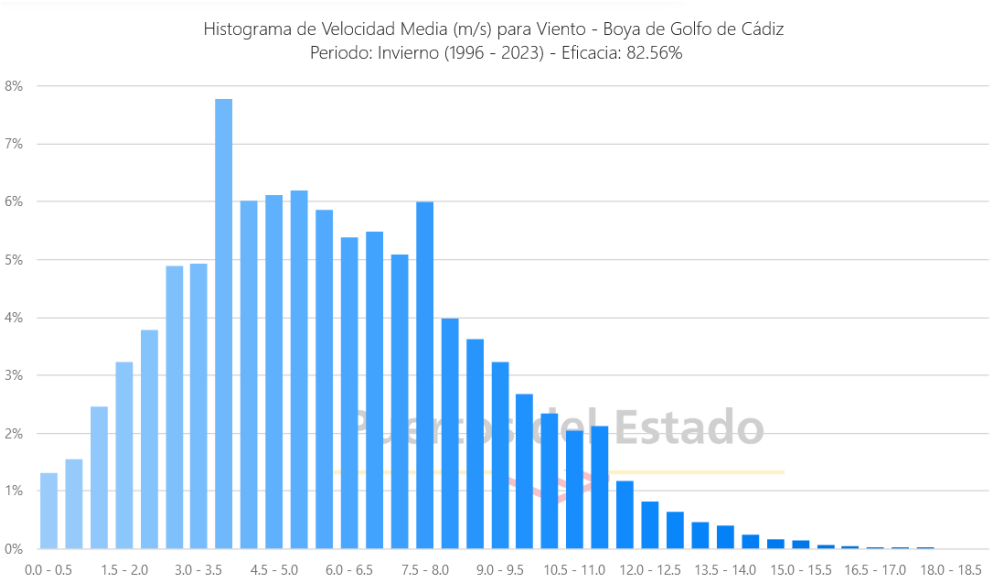


Figura 15. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

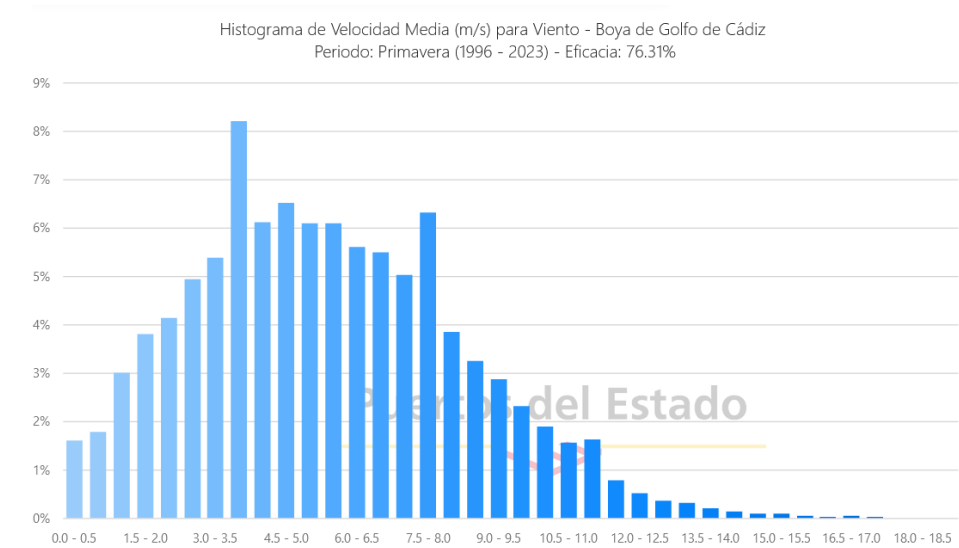


Figura 16. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 23/78	

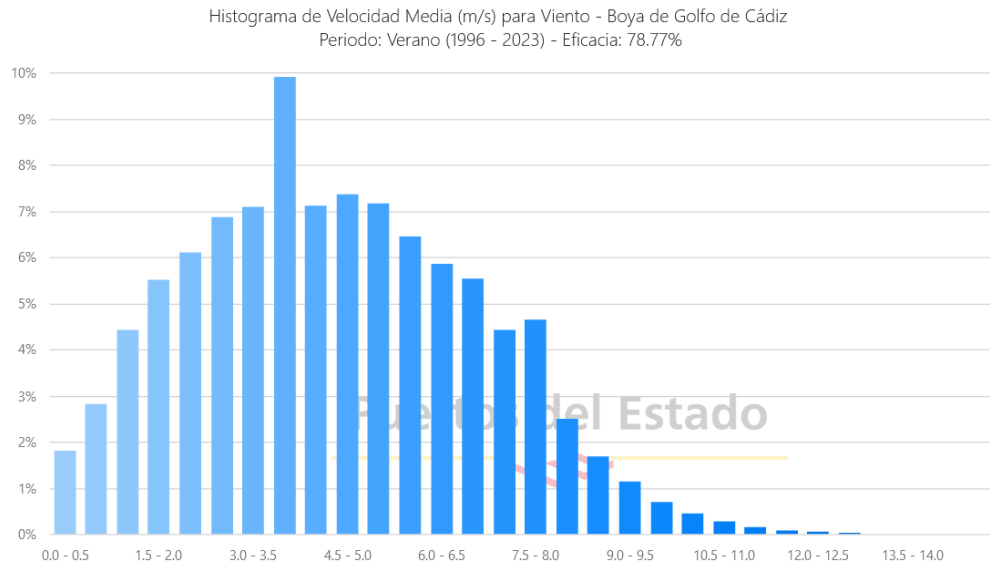


Figura 17. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

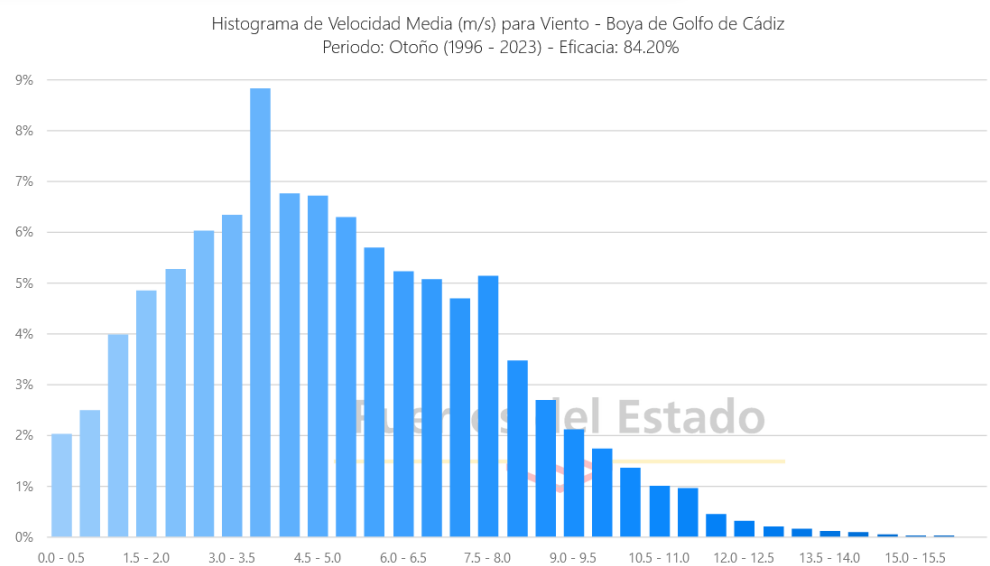


Figura 18. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 1996-2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Observando los valores de velocidad del viento históricos, se comprueba que la mayor parte de los valores medios se sitúan entre los 4 y 6 m/s. En cuanto a los máximos, la velocidad del viento rara vez supera los 17 m/s, aunque puntualmente se han registrado valores muy elevados, con un máximo en marzo de 2018 de más de 20 m/s.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 24/78	

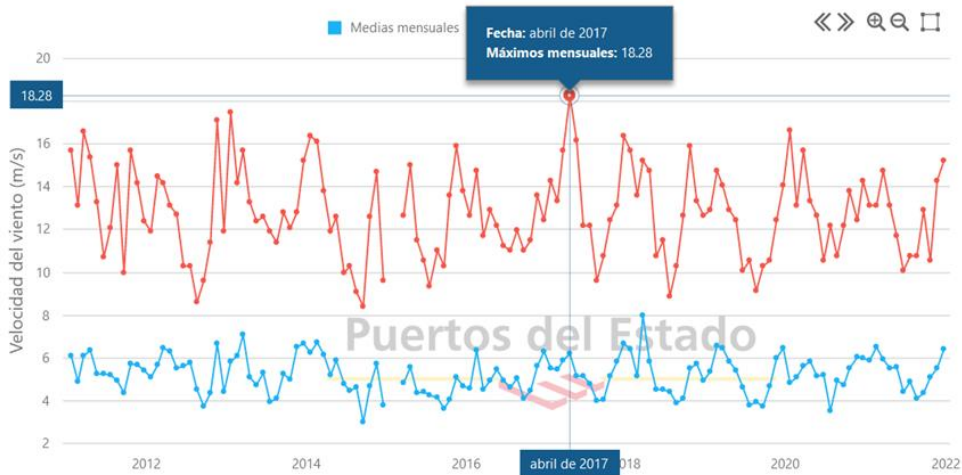


Figura 19. Medias y máximos mensuales de velocidad del viento. Boya del Golfo de Cádiz. Fuente: Puertos del Estado.

A continuación, se muestran los resultados en el punto SIMAR 6050018, más próximo a la zona de estudio, a lo largo del mismo período de 10 años (2013-2023).

Se observa que, aunque existe cierta variabilidad en cuanto a la direccionalidad del viento, destacan aquellos que soplan en el eje E-W, con un claro predominio de los procedentes del Este, superando con frecuencia los 8 m/s (Fig. 20).

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 6050018
Período: 2013 - 2023 - Eficacia: 97.47%

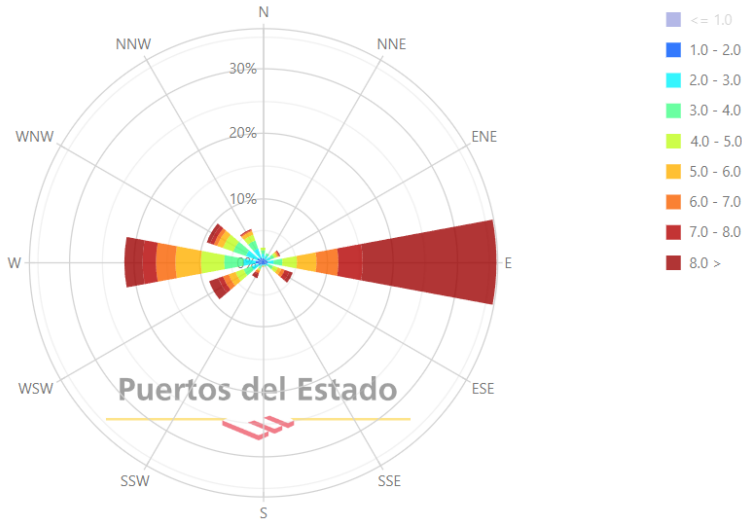


Figura 20. Rosa de los vientos. (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 25/78	

Analizando nuevamente por separado las componentes a lo largo del año, se obtienen los siguientes orígenes y velocidades medias para todo el periodo 2013-2023 (Figura 21-24). El criterio de agrupación de cada uno de los periodos se establece en base a estaciones climáticas.

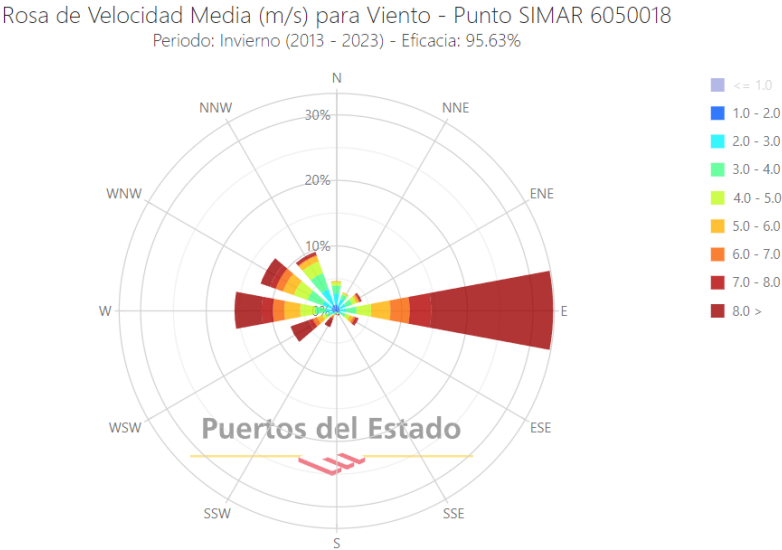


Figura 21. Rosa de los vientos. Invierno (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

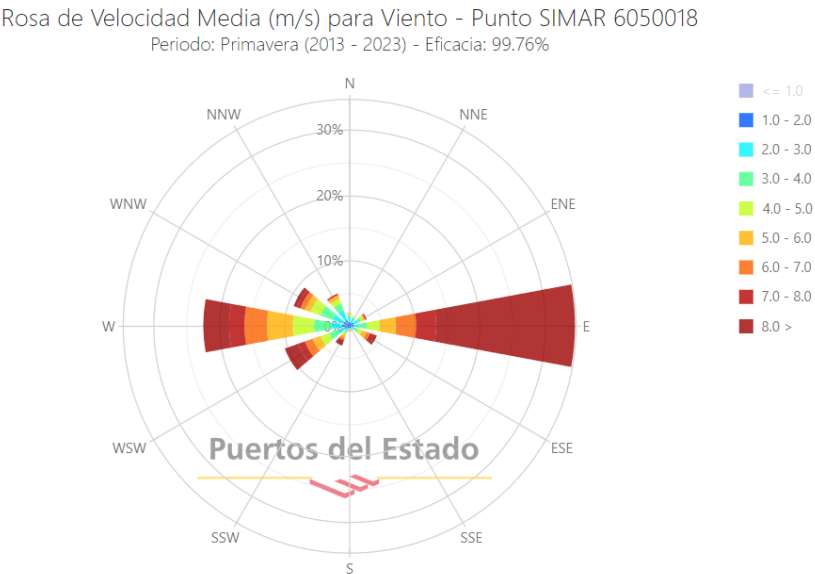


Figura 22. Rosa de los vientos. Primavera (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 26/78	

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 6050018
Periodo: Verano (2013 - 2023) - Eficacia: 99.37%

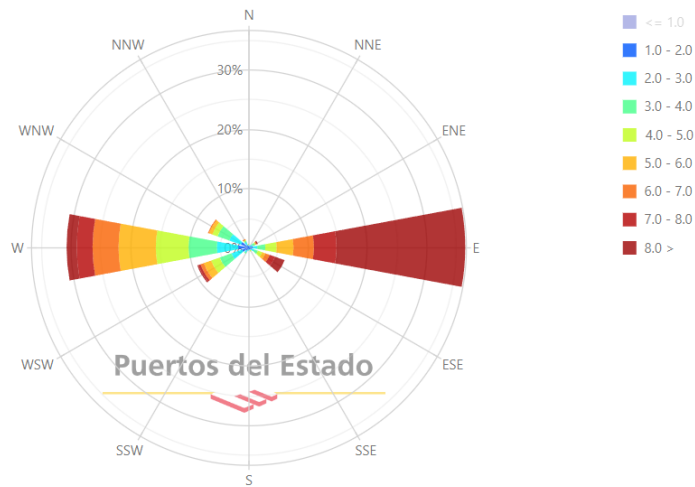


Figura 23. Rosa de los vientos. Verano (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Rosa de Velocidad Media (m/s) para Viento - Punto SIMAR 6050018
Periodo: Otoño (2013 - 2023) - Eficacia: 95.07%

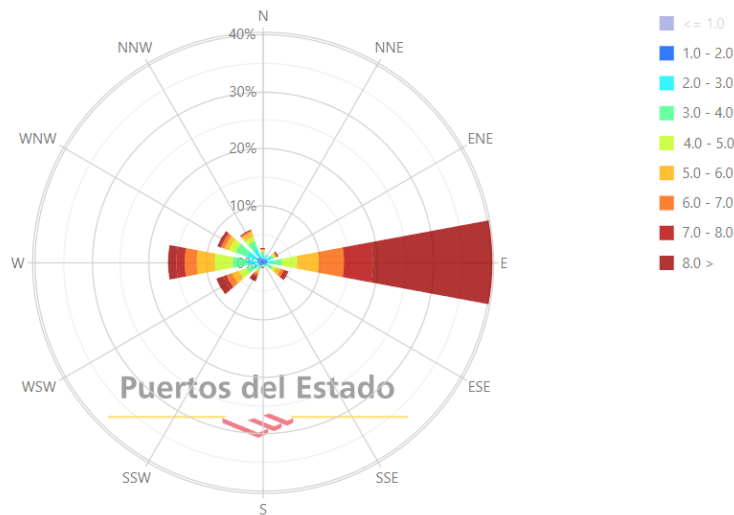


Figura 24. Rosa de los vientos. Otoño (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

En relación a la dirección del viento, se observa un claro predominio de vientos con componente E para todos los periodos del año. Las velocidades obtenidas son elevadas, con medias entre 3 y 6 m/s, llegando a superar los 16m/s en todos los periodos.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 27/78	

Periodo del año	Origen	Velocidad más frecuente (m/s)
Dic-feb	E	3-4
Mar-Mayo	E	3-4
Junio-Ago	E	5-6
Sep-Nov	E	4-5

Tabla 3. Velocidad más frecuente y dirección principal de procedencia por trimestre. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

En cuanto a la velocidad media del viento por trimestre, en todos los casos resulta más frecuente las comprendidas entre 5-6 m/s, con frecuencias en torno al 10-14 % en función de la estación. El trimestre con menos frecuencia de vientos fuertes es el de otoño, donde las velocidades rara vez superan los 16 m/s. Por el contrario, el periodo primaveral es el que presenta valores más altos en cuanto a velocidades medias, llegando a suponer en torno a un 18% los vientos que superan los 10 m/s (Figs. 25-28).

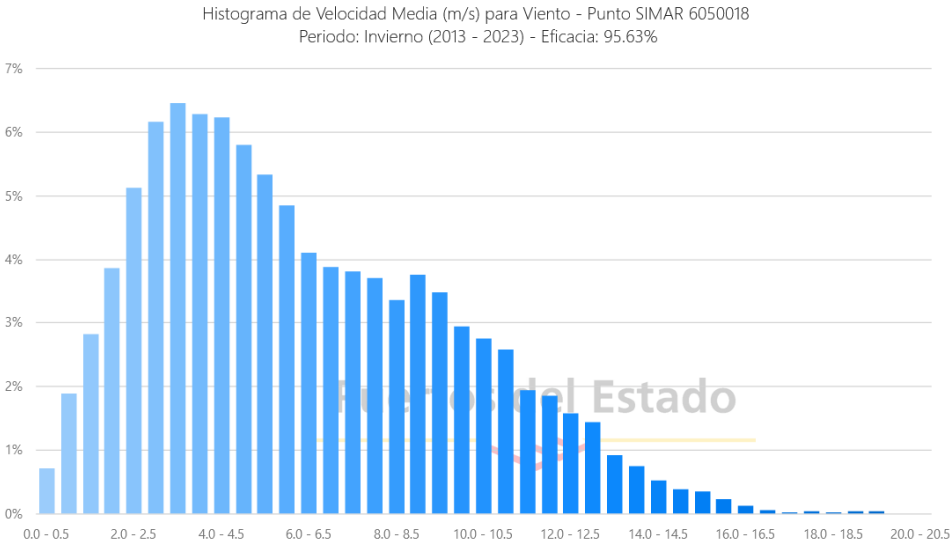


Figura 25. Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de invierno en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

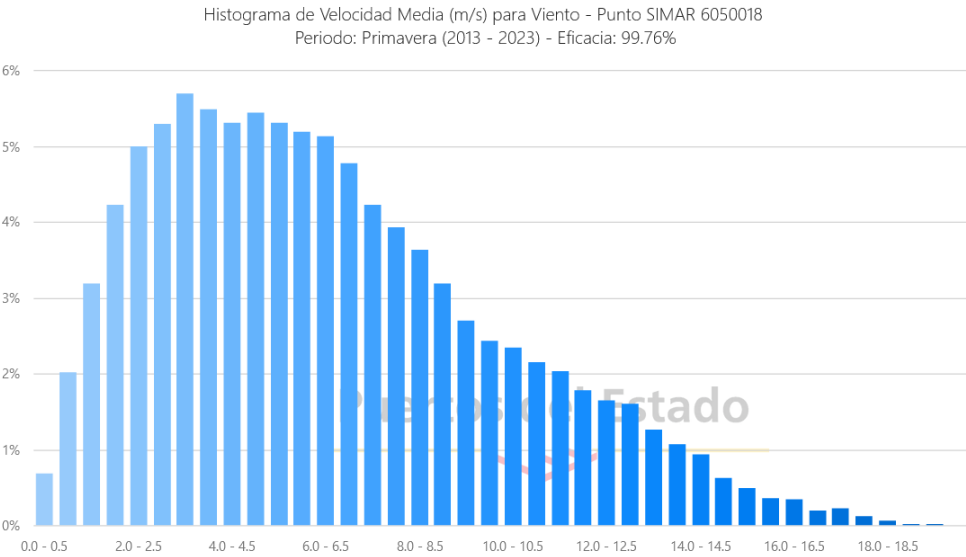


Figura 26 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de primavera en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

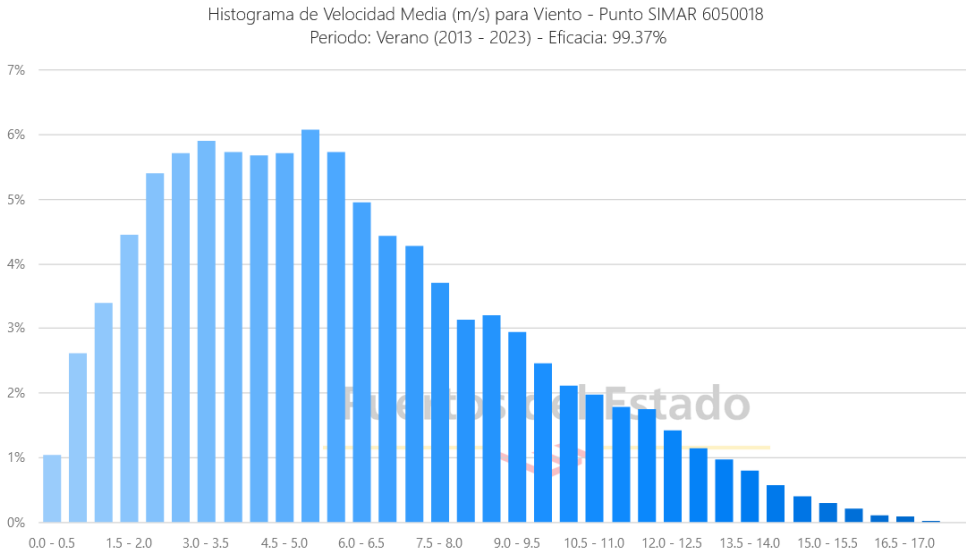


Figura 27 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de verano en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 29/78	

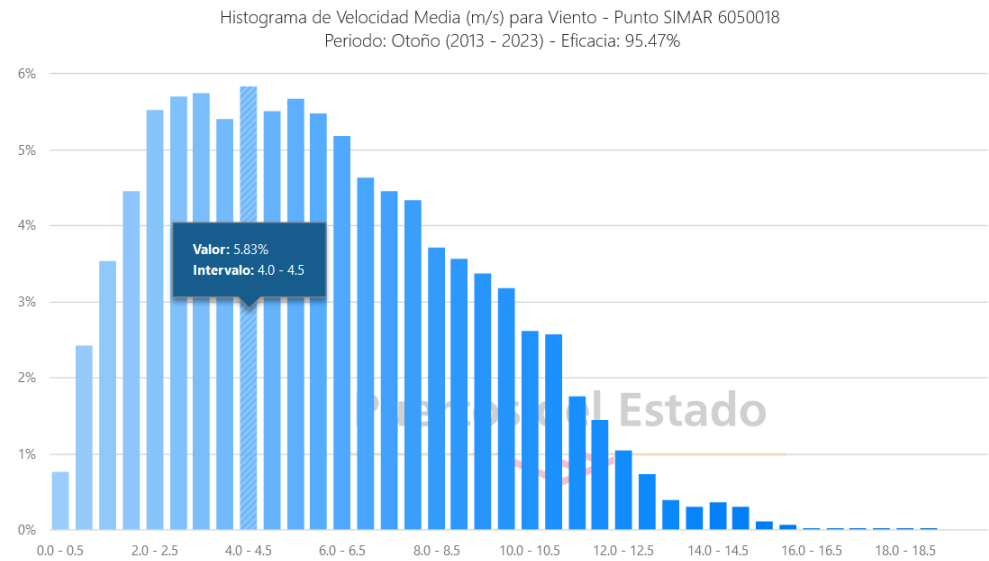


Figura 28 Histograma. Velocidad media del viento más frecuente para el periodo de otoño en los años 2013-2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Comparando los resultados obtenidos del punto SIMAR 6050018 con los recogidos en alta mar por la Boya de Cádiz, se observa que las tendencias varían en cuanto a la dirección de los vientos predominantes. Los datos registrados en la boya del Golfo de Cádiz poseen mayor variabilidad en cuanto a dirección. Sin embargo, en el caso del punto SIMAR 6050018, mucho más cercano a costa y al ámbito de estudio, los vientos se sitúan preferentemente en el eje E-W, con predominancia de los primeros.

En cuanto a las velocidades, el punto SIMAR aporta valores mucho más elevados, incremento relacionado con su cercanía al Estrecho. Los valores medios se sitúan entre 5 y 7 m/s, mientras que los máximos obtenidos se sitúan en su mayoría entre 16 y 20 m/s. El máximo valor obtenido en el periodo estudiado (2013-2023) es de 20,65 m/s en marzo de 2018.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 30/78	

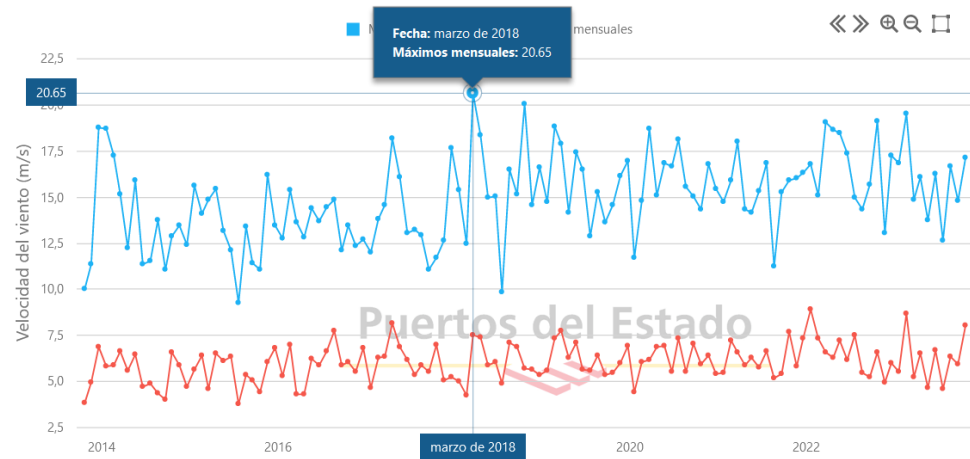


Figura 29. Velocidad del viento, Punto SIMAR 6050018. Medias y máximas mensuales en los años 2013-2023 (Fuente: Puertos del Estado).

En definitiva, considerando la ubicación del establecimiento objeto de estudio y los vientos predominantes, éstos incidirían sobre el establecimiento procedentes principalmente del interior.

Por otro lado, se considera que, para que se inicie la removilización de arenas de tamaño de grano medio, se requiere de una velocidad de viento mínima de 4,5 m/s. En este caso, esta velocidad se ve superada con frecuencia, por lo que la arena seca sería removilizada y transportada a lo largo de la playa, encontrando en la instalación un obstáculo.

Por tanto, la presencia de la instalación puede suponer una barrera puntual al transporte sedimentario por acción del viento que provoque la acumulación de arena. Sin embargo, no se considera una barrera de tal magnitud como para que afecte a la circulación general del viento. La alteración del flujo de viento resulta puntual y localizada, sin que por ello se afecte a los patrones naturales.

6.3.2 Oleaje

El oleaje es uno de los procesos más importantes a tener en cuenta en el estudio de la hidrodinámica litoral. Sus características determinan la morfología costera, y tanto los elementos naturales como las construcciones antrópicas que puedan desarrollarse (espigones, puertos o arrecifes artificiales, entre otros), van a dar lugar a su modificación, desencadenando cambios en el régimen de transporte de sedimentos y otros aspectos derivados.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 31/78	

En relación a la altura significativa de ola, la más frecuente se encuentra entre 0.5 y 1 metro, con más del 70% del oleaje incidente con una altura significativa por debajo de 1,5 metros. En casos excepcionales, se han registrado alturas que han superado los 5 metros. En cuanto al periodo de pico, existe gran variabilidad, con aproximadamente el 40% concentrados entre 4 y 3,5.



Nº Reg. Entrada: 202699904904067. Fecha/Hora: 07/05/2026 14:49:33

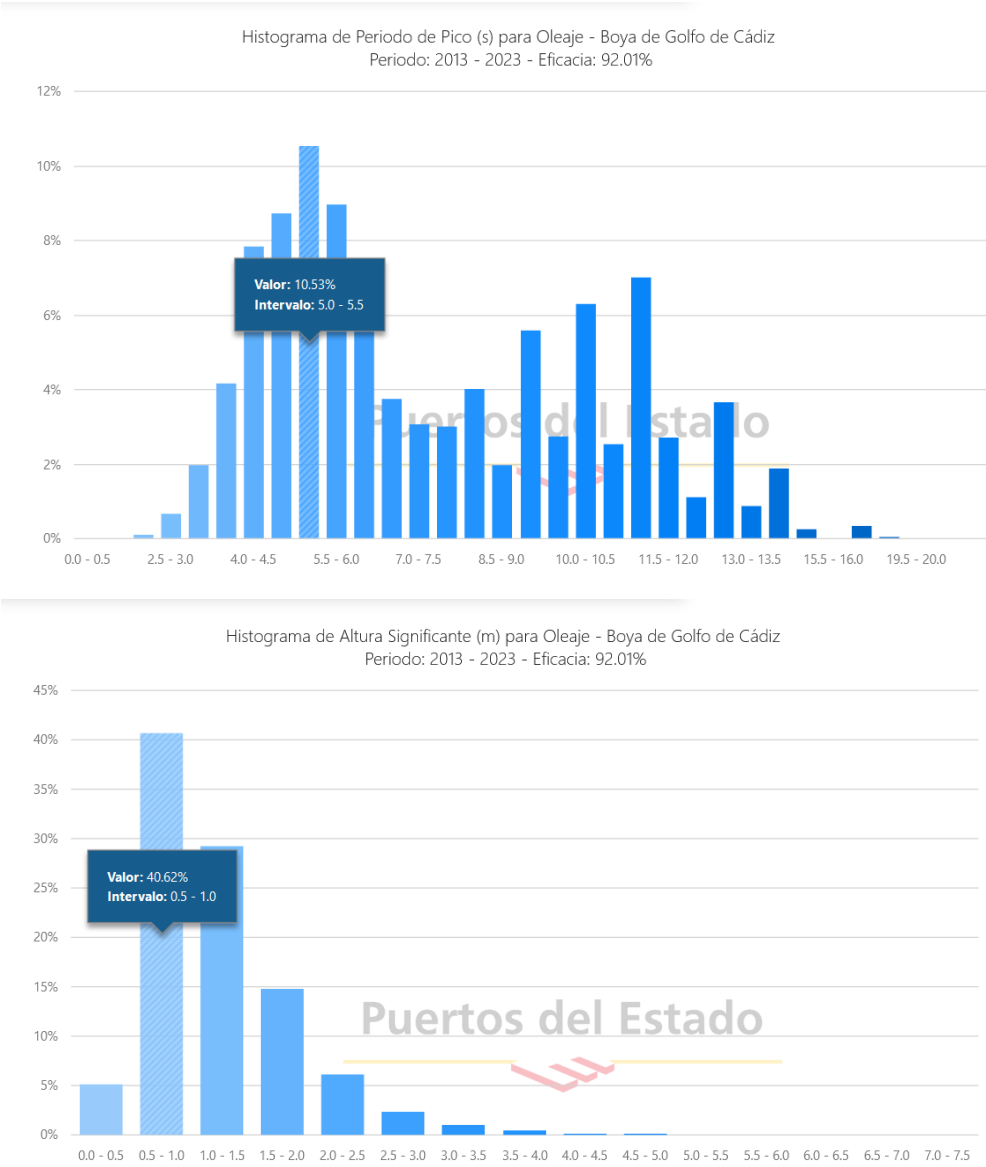


Figura 31. Histogramas globales. Periodo de pico y altura significativa de ola. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Observando la variabilidad estacional, los oleajes de mayor altura se obtienen en invierno, con un predominio de altura significativa entre 1.0-1.5 metros y mayor presencia de alturas más elevadas. Verano es el periodo más tranquilo desde el punto de vista de los temporales, con oleajes que rara vez superan los 2 metros de altura.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 33/78	

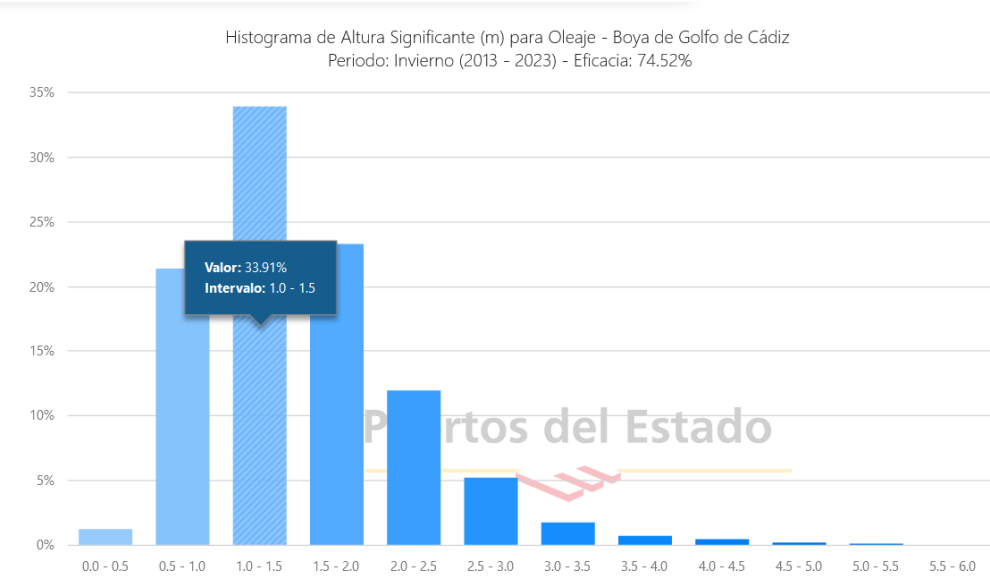


Figura 32. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

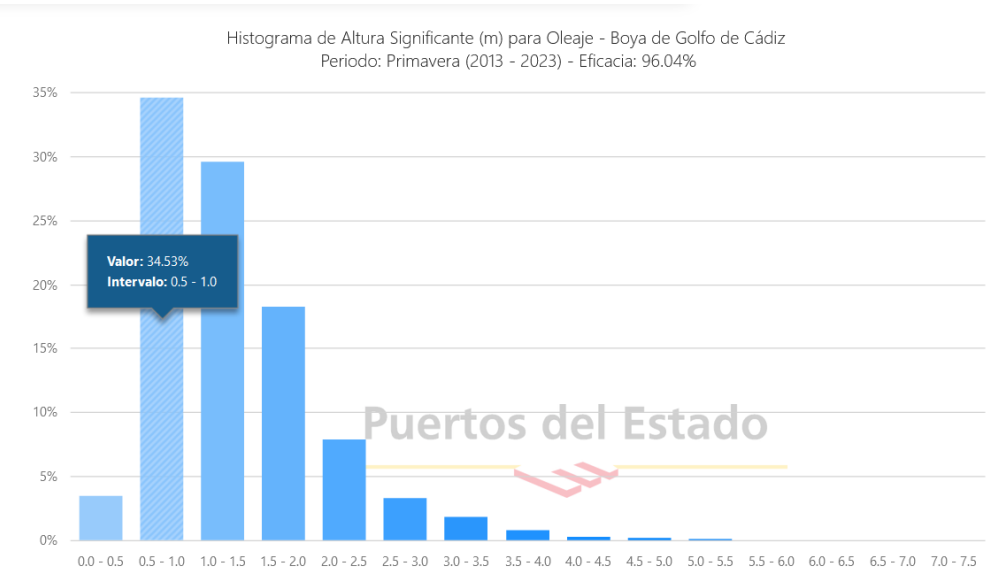


Figura 33. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 34/78	

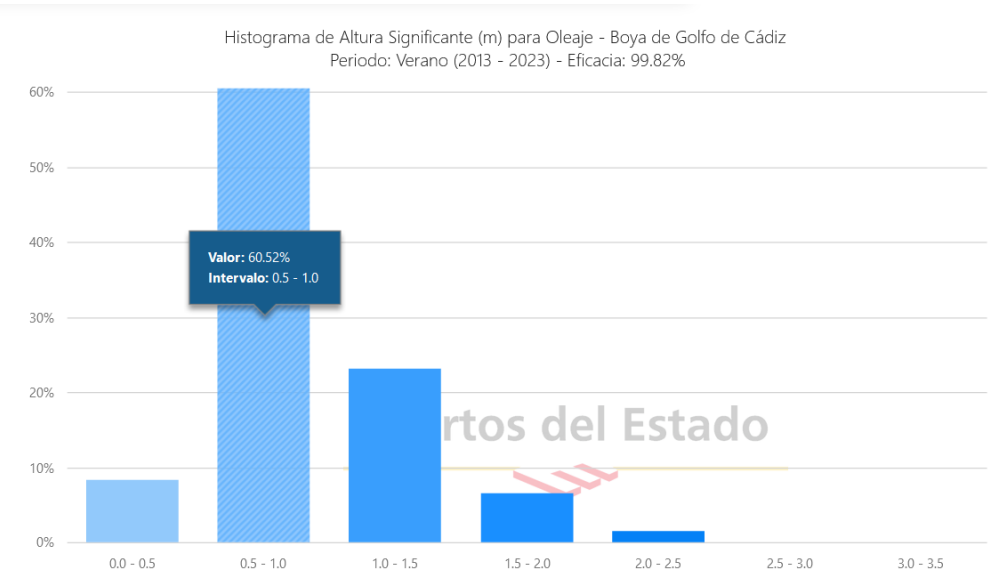


Figura 34. Histograma de altura significativa de ola. Verano (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

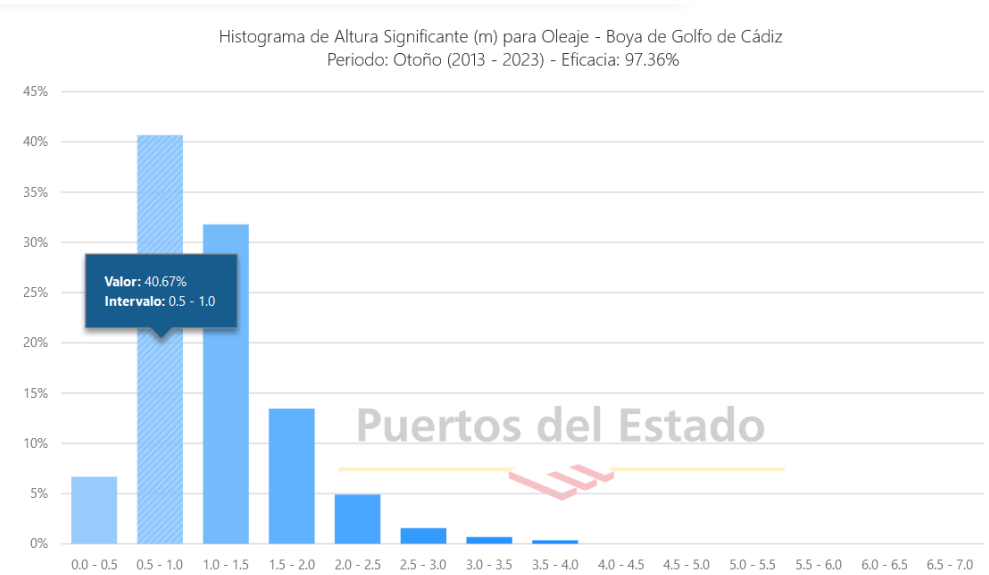


Figura 35. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2013-2023). Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

En la Figura 36 se presenta un gráfico que corresponde a la altura significativa máxima y media mensual alcanzada entre 2013 y 2023. Más del 90% del tiempo, los valores medios oscilan entre 0,5 y 2,5. Los valores máximos rondan los 3-5 metros de altura. El valor máximo alcanzado fue registrado en marzo de 2018, con 7,22 metros.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 35/78	

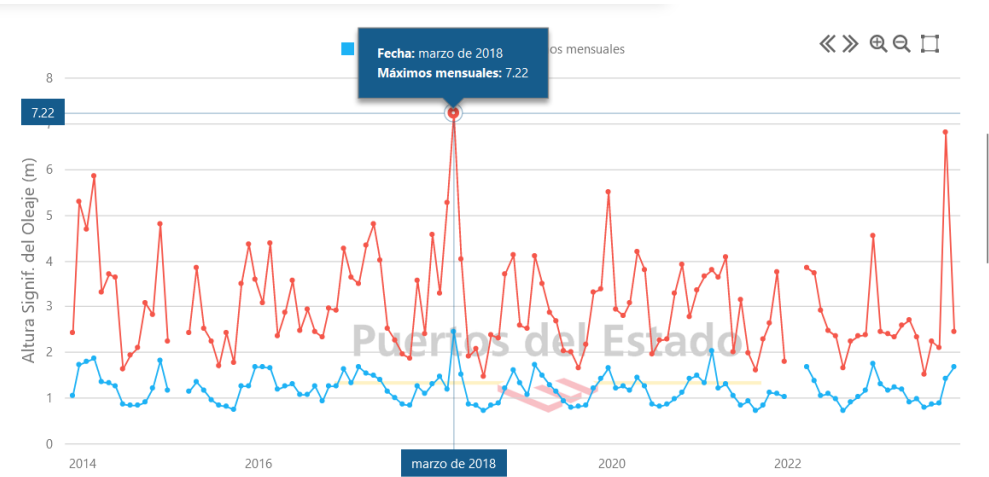


Figura 36. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2013 y 2023. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado.

Este valor máximo resulta excepcionalmente alto y se produjo por una situación meteorológica caracterizada por diversas borrascas que generaron un temporal marítimo importante, afectando a zonas de alta mar del Atlántico y del Mediterráneo y a casi toda la costa española, especialmente a la costa de Cádiz. El oleaje fue especialmente destacable en el Golfo de Cádiz, donde la boya del mismo nombre batió su propio récord de altura significativa. Con un registro histórico de más de 20 años, alcanzó los 7,22 metros de altura significativa (Hs) a las 15 horas (14h GMT) del 1 de marzo, superando su anterior récord de 6,6 metros registrados en abril de 2003. Este valor extremo coincidió con la hora de la pleamar, muy próxima a las mareas vivas, por lo que el efecto combinado de los dos fenómenos agravó el impacto del temporal en la costa.

Este valor, no obstante, es seguido muy de cerca por los 6,80 metros de altura de ola significativa alcanzados en los temporales de octubre de 2023.

Analizando la rosa de oleaje según los datos recogidos por el punto **SIMAR 6050018**, prácticamente todos los frentes de oleaje que se aproximan a la playa de Los Lances tienen una componente Oeste (Fig. 37), siendo los de WSW los predominantes, lo que resulta lógico dada la orientación de la costa.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 36/78	

Rosa de Altura Significante (m) para Oleaje - Punto SIMAR 6050018
Periodo: 2013 - 2023 - Eficacia: 98.09%

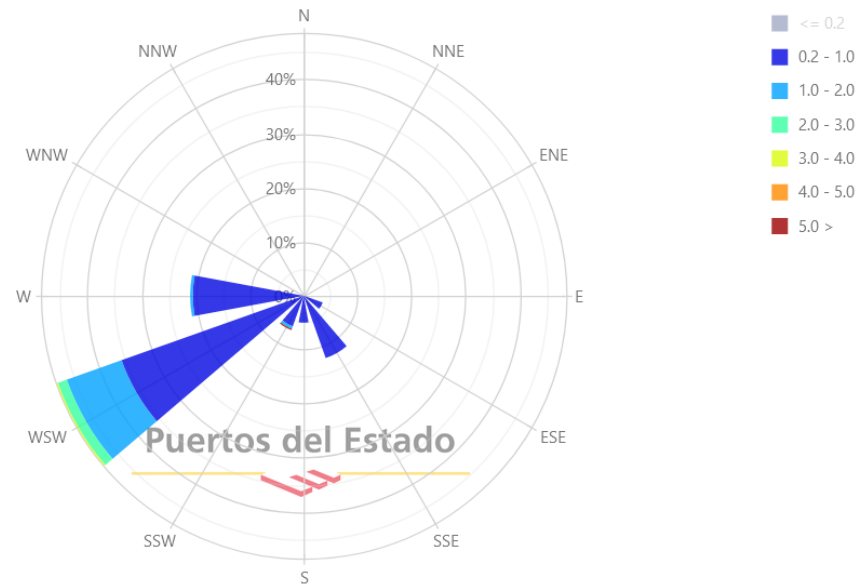


Figura 37. Rosa de oleaje punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Atendiendo a la altura de ola significativa, las alturas medias oscilan entre 0,2 y 1 metro.

Analizando la variación estacional, se observa que, al igual que ocurría con los datos registrados por la Boya, verano es el periodo más tranquilo, frente a primavera e invierno, que alcanzan alturas de ola mayores, aunque en ocasiones puntuales. En este caso, el punto SIMAR muestra una mayor proporción de oleaje por debajo de un metro de altura para todo el año, de manera que las alturas de ola por encima de este valor son menos frecuentes cerca de costa que en mar abierto.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 37/78	

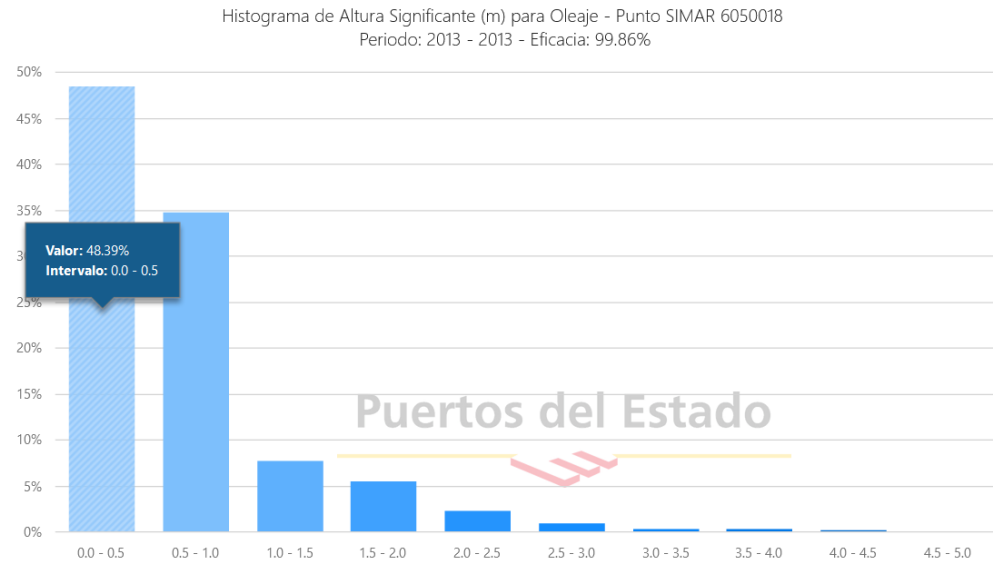


Figura 38. Histograma de altura significativa de ola (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

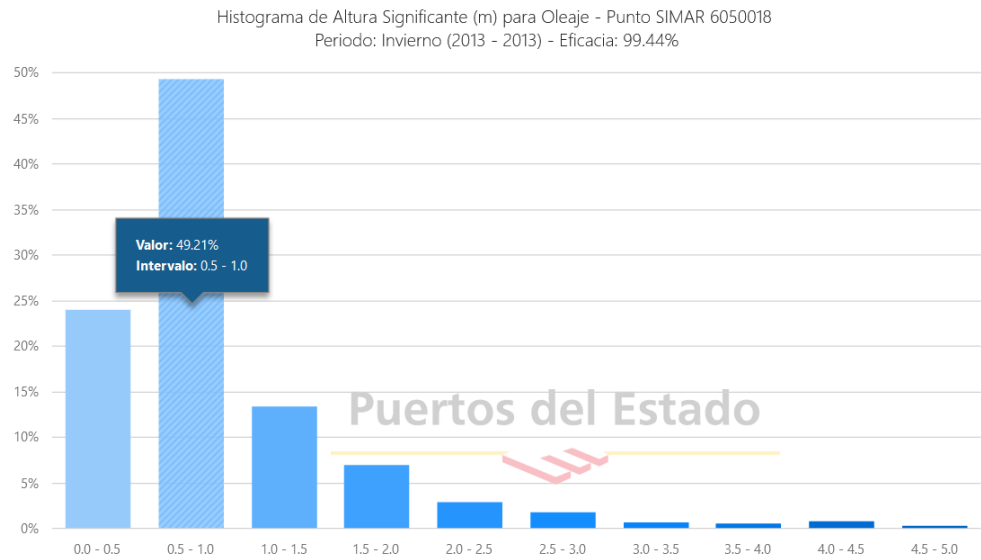


Figura 39. Histograma de altura significativa de ola. Invierno (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 38/78	

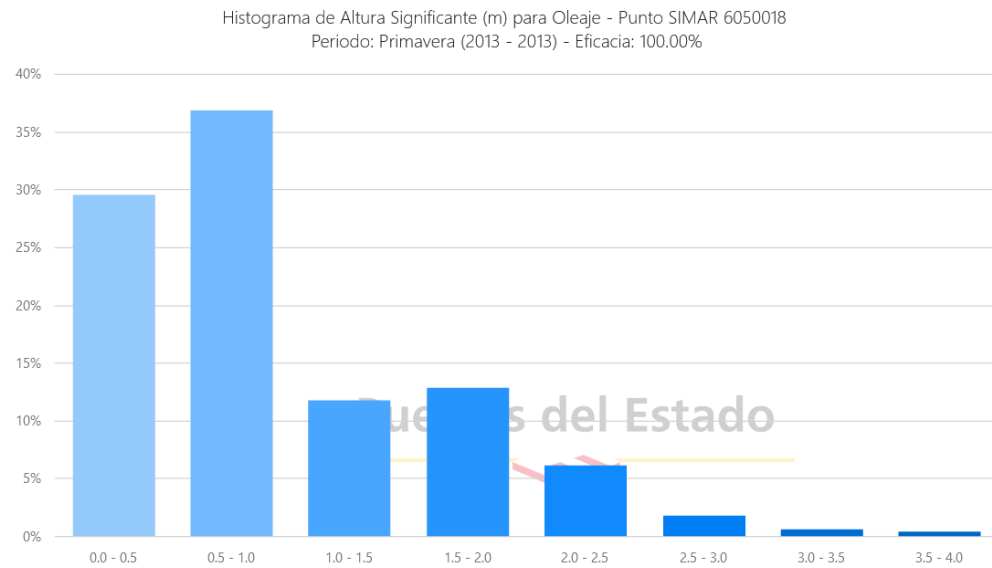


Figura 40. Histograma de altura significativa de ola. Primavera (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

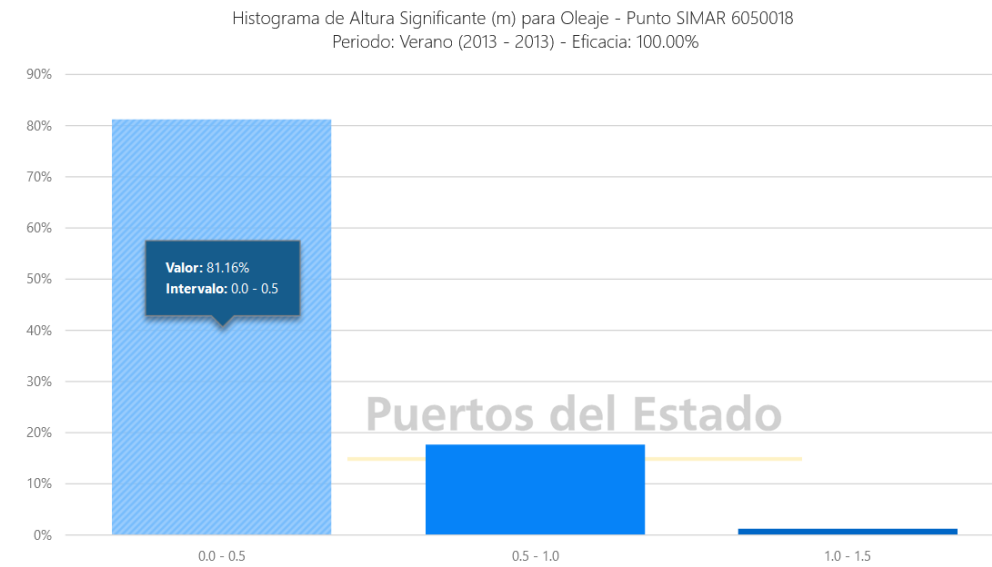


Figura 41. Histograma de altura significativa de ola. Verano (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 39/78	

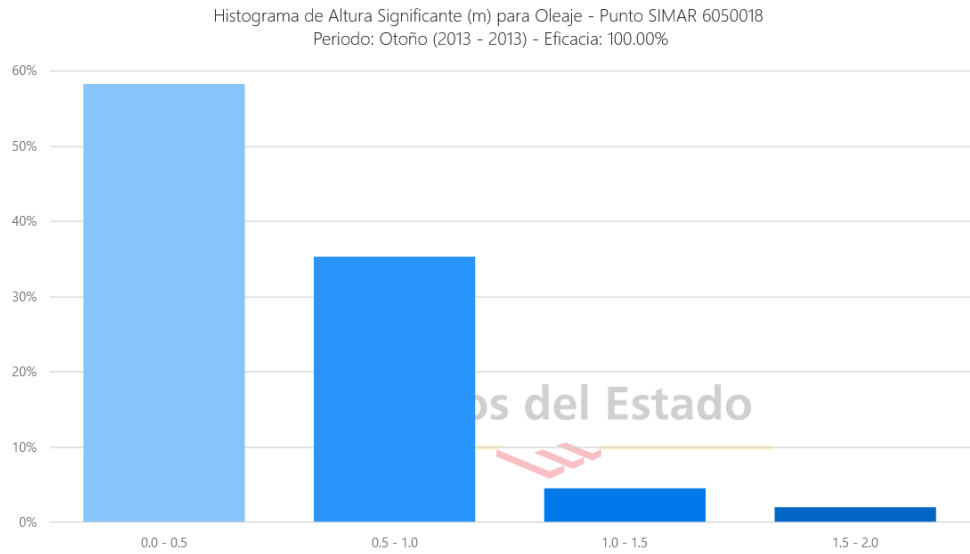


Figura 42. Histograma de altura significativa de ola. Otoño (2013-2023). Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

En cuanto a los valores máximos de altura significativa de ola, siguen la misma tendencia que los registrados por la Boya del Golfo de Cádiz, aunque con ciertas diferencias en términos absolutos. Las alturas medias mensuales se sitúan con mayor frecuencia por debajo del metro según el punto SIMAR, mientras que en la Boya del Golfo de Cádiz los resultados son ligeramente más elevados, con la mayoría de los datos situados en el rango 1-2 metros de altura significativa de ola.

En cuanto a los valores máximos, siguen la misma tendencia anterior y se mantienen en general por debajo de los 4 metros, salvo circunstancias excepcionales. Destacan dos alturas de ola en la última década: la de 5,23 metros alcanzada en marzo de 2018 (coincidiendo con el máximo excepcional registrado por la boya del Golfo de Cádiz) y una más reciente, de 6,40m en octubre del corriente 2023.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 40/78	

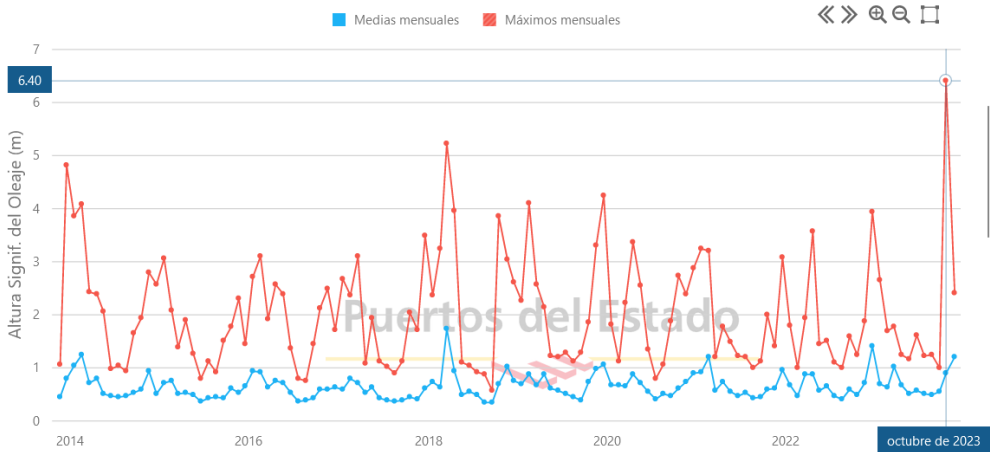


Figura 43. Gráfico de altura significativa de ola máxima y media mensual para un periodo comprendido entre 2013 y 2023. Punto SIMAR 6050018. Puertos del Estado.

6.3.2.1 Régimen medio

El régimen medio del oleaje es la herramienta que nos permite conocer el conjunto de estados del oleaje que más probablemente nos podemos encontrar. La serie temporal de los datos considerados se representa mediante la distribución teórica de Weibull.

Permite conocer la persistencia con la que el oleaje se mantiene por encima o por debajo de un determinado umbral. Normalmente, el valor umbral viene determinado por las condiciones que requiere una actividad para ser desarrollada en interacción con la dinámica de este agente.

En la Figura 44, se representa el régimen medio del oleaje calculado por Puertos del Estado para la Boya del Golfo de Cádiz. El periodo analizado es global entre los años 1996 y 2020. Los puntos azules corresponden a estados del oleaje observados, mientras que la línea es el ajuste lineal de la distribución de Weibull.

Así pues, de este diagrama se deduce que en el periodo analizado se han observado alturas de ola significativa, para oleaje en mar abierto, por encima de 3,80 metros. No obstante, la probabilidad de alcanzar alturas por encima de 2,20 metros es muy pequeña, encontrándose, en el 90% de los casos, valores por debajo de este umbral.

Por otra parte, según la *Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático*, los resultados de las proyecciones a futuro muestran que la altura de ola significativa tiende a disminuir tanto a corto como a largo plazo. Según el visor C3E

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 41/78



para Tarifa efectivamente se observa una disminución del oleaje en todos los escenarios, confirmando esta tendencia descendente.

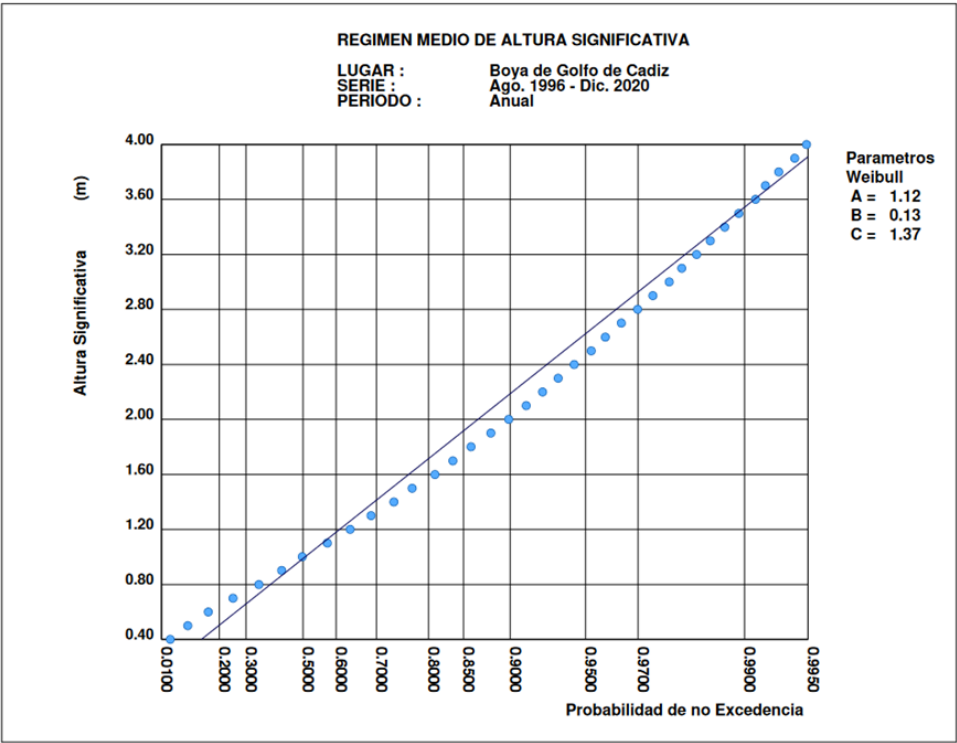


Figura 44. Régimen medio del oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado

6.3.2.2 Régimen extremal

El régimen extremal del oleaje surge como respuesta a la necesidad de acotar el riesgo que corre una determinada instalación en interacción con este agente, en este caso, teniendo en cuenta las situaciones de temporal.

Para ello se analiza la altura significativa de ola asociada a la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de los temporales en una determinada zona. La representación de un régimen extremal se hace mediante un modelo estadístico y se determina conforme a criterios establecidos que determinan las condiciones que implican un oleaje de temporal, y el umbral sobre el cual cierta actividad debe ser cesada (Fig. 45).

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 42/78	

REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Cádiz
PARÁMETRO : Altura Significante SERIE ANALIZADA : Ago. 1996 - Dic. 2020
PROFUNDIDAD : 450.0

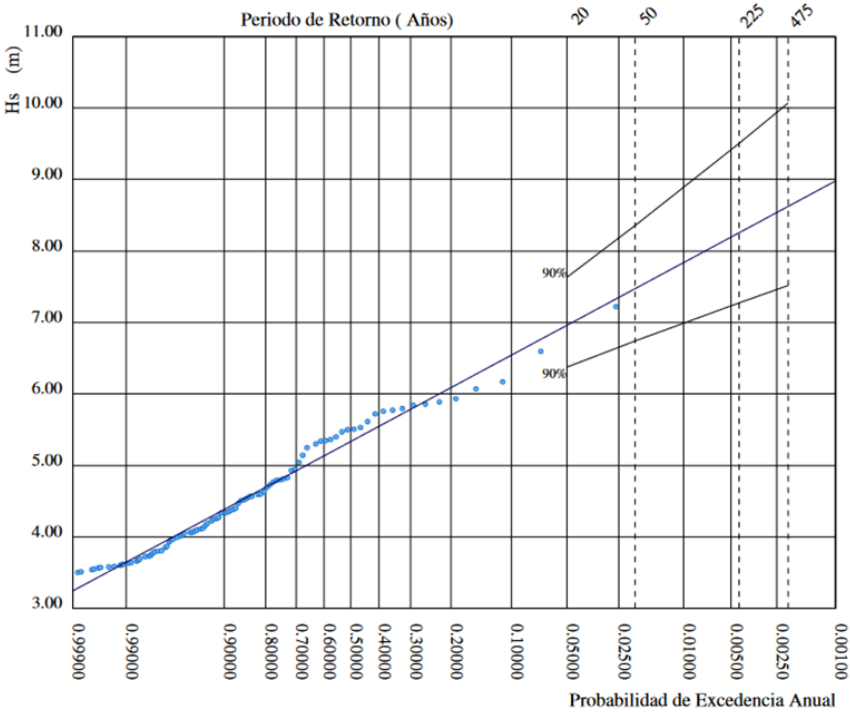


Figura 45. Régimen Extremal de Oleaje. Boya del Golfo de Cádiz. Puertos del Estado

Se considera la probabilidad de excedencia respecto de una altura de diseño (altura significativa frente la cual una instalación se verá afectada), para un periodo de vida útil (periodo de tiempo durante el cual es necesario garantizar la permanencia en servicio de una instalación).

Las probabilidades de excedencia para los valores más altos de este parámetro vienen recogidas en la tabla siguiente:

Periodo de retorno (años)	Hs (m)
20	6,96
50	7,47

Tabla 4. Estimaciones del Régimen Extremal. Puertos del Estado

Así, se constata que el evento registrado por la Boya del Golfo de Cádiz en marzo de 2018 con Hs superior a 7 metros se correspondería con los valores esperables más elevados para este parámetro, con periodos de retorno de 50 años. Hay que

considerar que, aunque no existe disponibilidad de gráficos de régimen extremales de oleaje para los puntos SIMAR, las alturas significantes de ola para el punto SIMAR 6050018, mucho más próximo al área de estudio, son significativamente más bajas. Así, desde que hay registros para este punto (2005) tan sólo se han superado los 5 metros de altura máxima en dos ocasiones (marzo de 2018 y octubre de 2023). De este modo, los mayores resultados obtenidos para la Boya del Golfo de Cádiz en 2018, equiparables a un periodo de retorno de 50 años, se corresponden con valores de altura de ola en el punto SIMAR del orden de entre 2 metros y 0,5 metros menos.

Atendiendo a los resultados obtenidos en los trabajos de la Estrategia de protección costera del litoral gaditano para los escenarios proyectados, no parece que en el ámbito de estudio se vea incrementada la peligrosidad asociada al oleaje de temporal. Aunque a nivel global las previsiones apuntan a un aumento de los temporales costeros, con los datos regionalizados y focalizados en el entorno donde se ubica el Chiringuito Waves, no se prevé un grado de afectación en el tiempo de explotación solicitado (para más detalle, puede consultarse el estudio de “Evaluación de los efectos del cambio climático en el entorno del chiringuito Waves, T.M. Tarifa (Cádiz)”).

6.4 COTA DE INUNDACIÓN

El régimen de inundación alcanzado por una playa por acción de la dinámica marina y meteorológica es un fenómeno especialmente complejo, tanto por el gran número de elementos que intervienen en el proceso de inundación, como por la interacción entre dichos elementos.

El fenómeno de inundación en una playa puede ser representado de acuerdo al siguiente esquema (fig. 46). En un instante determinado, la playa está caracterizada por un nivel de marea (NM) compuesto por la marea astronómica y la marea meteorológica (MA+MM) y una batimetría. Sobre dicho nivel de marea se encuentra el oleaje que, en función de sus características y de la batimetría de la playa, se propaga hacia la costa. Al alcanzar la costa, el oleaje rompe en la playa, produciéndose un movimiento de ascenso de la masa de agua a lo largo del perfil de playa run-up (RU). Todos estos factores están relacionados entre sí. Además de la interacción entre los elementos (oleaje-batimetría-nivel de marea-run up), el fenómeno de la inundación presenta la complicación añadida de que algunos de los factores (oleaje, viento...) son variables aleatorias y, por tanto, su presentación está sujeta a una determinada probabilidad.



Por consiguiente, la determinación de la cota de inundación es un problema estocástico de extremos. Una de las consecuencias de que sea un problema estocástico, es que **no existe un “límite determinista al que llegan las olas durante el peor temporal”**, sino que cada nivel tendrá “una probabilidad de ser sobrepasado en un temporal determinado”. Por lo tanto, el objetivo que se plantea es la obtención de la función de distribución de la cota de inundación.

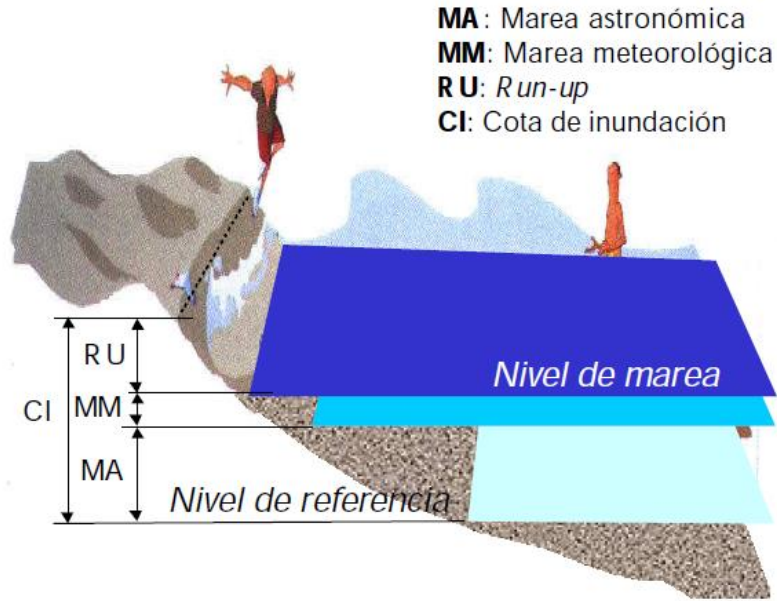


Figura 46. Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Atlas de Inundación.

Así, para la simulación de la cota de inundación en la unidad fisiográfica objeto de estudio se ha utilizado como referencia el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español. Este trabajo desarrolla una metodología para simular la *Cota de inundación* (SCI), la cual se puede expresar como la suma de las siguientes componentes:

$$SCI(t)= SMA(t)+SMM(t)+RU(t)$$

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 45/78	

Donde:

SCI (t): Cota de Inundación

SMA: Marea astronómica

SMM: Marea meteorológica

RU: Run-up

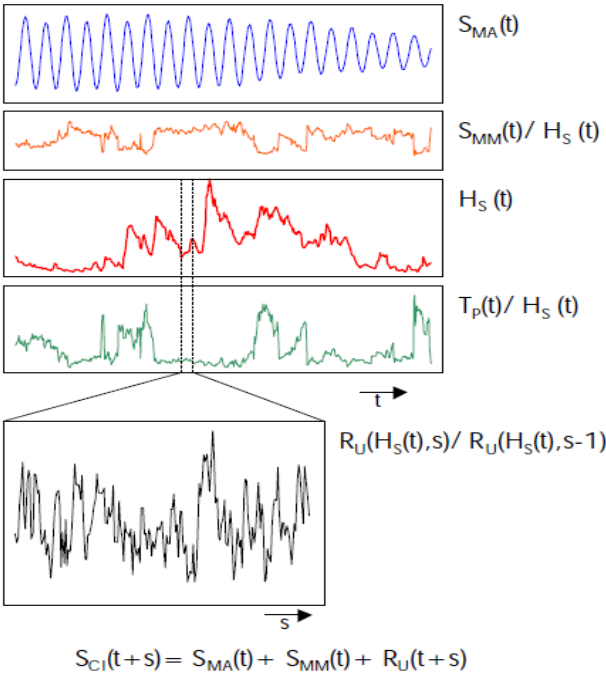


Figura 47. Componentes de SCI. Atlas de Inundación.

La SCI es, por tanto, la suma del efecto de ascenso del nivel del mar en la playa debido al efecto de la marea astronómica (SMA), la marea meteorológica (SMM) y el run-up (RU).

Marea astronómica: la marea astronómica supone el desplazamiento temporal de la superficie del mar respecto a un nivel fijo de referencia debido al efecto de atracción de los astros. Este parámetro determina cómo se produce el ascenso de la cota de inundación sobre la playa, variando en función del efecto combinado de un pico de tormenta y los estados de pleamar y bajamar.

Marea meteorológica: el efecto de la presión atmosférica y la acción tangencial del viento sobre la superficie del mar, provocan variaciones en el desplazamiento vertical



de su superficie libre respecto de un nivel de referencia, alcanzando valores medios de en torno a 1 m.

Run up: es el desplazamiento vertical provocado por dos fenómenos, el *Set up*, o el aumento de la Hs de la ola provocada por el efecto de asomeramiento, al interaccionar el desplazamiento de la ola con el fondo, y el *Swash*, o desplazamiento de la lámina de agua sobre la superficie de la playa tras la rotura del oleaje. Este último, está condicionado por la percolación y la gravedad, es decir, las características de los materiales que forman la playa y la pendiente emergida de la misma.

Para establecer las cotas de inundación para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años, se siguen los pasos detallados a continuación, en consonancia a la información ofrecida en el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español. Así, los pasos a seguir son:

- I. Determinar a qué área pertenece el ámbito de estudio según la **zonificación** establecida por el Atlas de Inundación.
- II. Establecer la **orientación** de la playa, necesario para aplicar criterios en los cálculos posteriores.
- III. Definición del perfil de la playa correspondiente al lugar en que se ubica la instalación.
- IV. Determinar la cota de inundación por el régimen extremal de marea (SNM) a partir de la gráfica del régimen extremal establecida según la zonificación correspondiente.
- V. Determinar la cota de inundación de la playa (SCI) total, incluyendo factor de oleaje y mareal, a partir de la gráfica de régimen extremal establecida según la zonificación correspondiente.
- VI. Determinar el Run-up o cota de inundación por efecto del oleaje (**Ru**) a partir de SCI y SNM.

I. Zonificación:

El Atlas de Inundación ofrece una zonificación del litoral peninsular que define áreas homogéneas de acuerdo con las siguientes características:

- Oleaje
- Marea astronómica
- Marea meteorológica



- Configuración de la costa
- Emplazamiento de las fuentes de información

Nuestra unidad fisiográfica se encuentra en el “AREA IV”. Al tener en cuenta las variaciones del efecto de la marea astronómica, éste área queda dividida en tres subzonas, de las cuáles la “SUBZONA c” es la que nos concierne.

En la figura 48 se define la ubicación de dicha área y subzona. Los símbolos que aparecen representados en la subzona de interés hacen referencia al emplazamiento y características de las fuentes de información utilizadas. En este caso, se contrastan los datos registrados por el Mareógrafo de Tarifa, el Mareógrafo de Huelva, y por otro lado los registrados de oleaje por la Boya de Cádiz (Figs. 49-50).

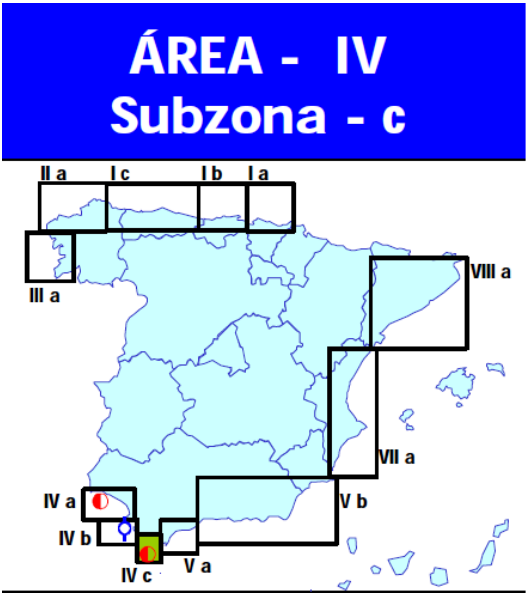


Figura 48. Ubicación del área IV y subzona c. Atlas de Inundación.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 48/78





Figura 49. Localización de la Información Instrumental. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español

INFORMACIÓN ANALIZADA			
MAREA ASTRONÓMICA		OLEAJE	
Mareógrafo	Tarifa	Boya	Cádiz
Situación	36°00' N 05°36' W	Situación	36°30'20"N 06°20'10"W
Periodo medida	1993	Profundidad	22 m
		Periodo medida	1992 / 1997
MAREA METEOROLÓGICA		OBSERVACIONES VISUALES	
Residuo Nivel del Mar del Mareógrafo de Huelva		Cuadrícula: 35°N - 37.1°N 5.6°W - 10°W Periodo medida: 1950-1985	

Figura 50. Información analizada. Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español

II.Orientación de la Playa de Los Lances Norte

Para cada Área se dan las direcciones significativas en intervalos de 22.5°. Dichas direcciones representan la normal a las curvas batimétricas de las playas. De esta forma se puede evaluar el resultado para los valores de la cota de inundación para todas las playas en función de su orientación.

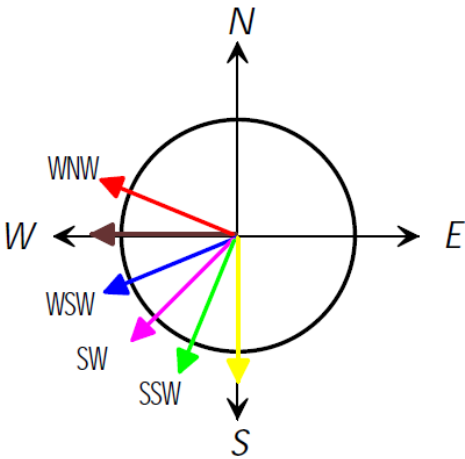


Figura 51. Orientaciones significativas. Atlas de Inundación.

Se presenta la orientación para la Playa de Los Lances Norte, objeto de este estudio, con el fin de poder posteriormente compararla con los regímenes del Atlas de Inundación.

Nombre de la playa	Orientación	Concordancia con orientaciones significativas*	Color de referencia
LOS LANCES NORTE	NNW-SSE	SW	

Tabla 5. Orientación de la Playa de Los Lances

*Como se ha indicado anteriormente, las orientaciones significativas ofrecidas por el Atlas de Inundación son las perpendiculares a las curvas batimétricas.

III.Determinación del perfil de playa

Para determinar el perfil de la playa en el lugar de ubicación de la instalación solicitada, se calculan las pendientes medias sumergida y emergida. El cálculo de la pendiente de la playa Tan B, se ha obtenido a partir de los perfiles medios de la playa objeto de estudio.

El perfil de una playa cambia constantemente, observándose diferencias importantes entre estaciones, como resultado de la dinámica marina.

Es especialmente el oleaje incidente en la zona el que modelará estos perfiles en función de su intensidad y los periodos de tormenta. Estos cambios derivan en el desplazamiento de las barras sumergidas, la erosión y acreción, y la presencia o ausencia de berma. Simplificando entre los múltiples perfiles que puede presentar una playa, son los más representativos el perfil disipativo y el reflejante.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 50/78	

Para la utilización del gráfico correspondiente al régimen medio de cota de inundación en una playa abierta, el Atlas de Inundación distingue entre estos perfiles, utilizando el valor de su pendiente como parámetro de referencia. El criterio viene dado por $\tan \beta = 0.15$. Valores por encima de esta referencia corresponden a playas reflejantes, y valores inferiores corresponden a playas disipativas.

En el caso que nos ocupa, la obtención de un perfil medio es especialmente compleja debido a la presencia del sistema dunar delante de la instalación. De acuerdo con las aproximaciones realizadas, en la playa objeto de estudio la pendiente emergida ($\tan \beta$) de la playa tiene un valor de 0,0166 mientras que la pendiente sumergida ($\tan \alpha$) es de 0,0205.

La playa de Los Lances Norte se corresponde, por tanto, con una playa DISIPATIVA. Estos datos se han obtenido calculando la pendiente media a través del perfil de playa que se puede observar en la siguiente Ilustración y con más detalle en el Anexo Cartográfico. Plano 2. Planta Batimétrica, Topográfica y Perfil Longitudinal.

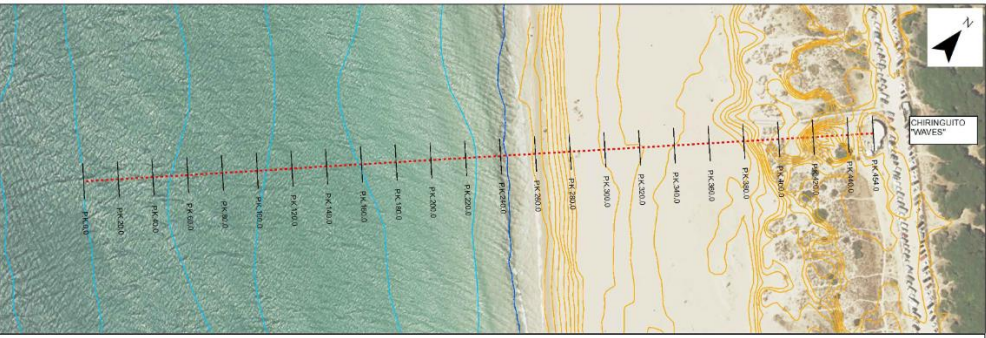


Figura 52. Planta batimétrica y topográfica de la playa de estudio

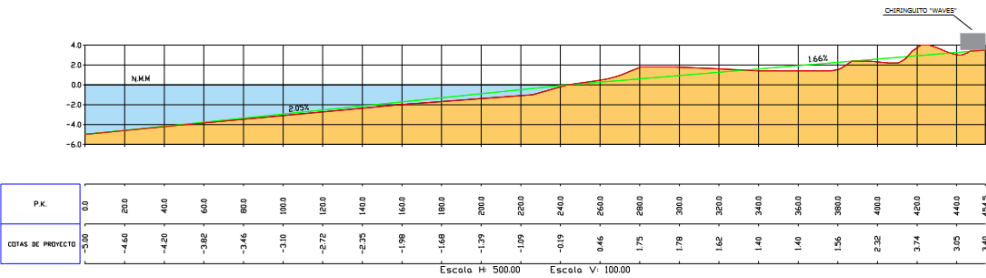


Figura 53. Perfil Longitudinal de la playa objeto de estudio.

En cualquier caso, hay que poner de manifiesto que el perfil de playa anterior resulta teórico y se trata de un perfil medio, pero los perfiles de playa son dinámicos y varían en función de la energía recibida por el oleaje y los temporales.

En una playa rectilínea, no afectada por contornos terrestres, islas o bajos rocosos, las irregularidades a media escala (del orden de centenares de metros) y de pequeña escala (del orden de decenas de metros), están asociadas a las migraciones de las barras en los distintos estados de la playa, en continuo equilibrio entre las fuerzas constructoras y erosivas del oleaje. Las barras emigran hacia tierra o hacia el mar dependiendo de las condiciones de oleaje, modificando el perfil de la playa y dando lugar a lo que se conoce como perfil de invierno o de tormenta y perfil de verano o de acreción (Fig. 54).

De este modo, existe un movimiento estacional del material, que se distribuye de distinta manera originando diferentes interacciones entre el oleaje incidente y la arena. En una playa en equilibrio, la cantidad de arena es la misma a lo largo de todo el año, aunque se distribuya de manera desigual. En verano, la playa es más ancha, acumulándose la arena en la parte superior. En invierno, la playa es más estrecha y parte del material se coloca en la parte sumergida, formando la barra de arena. Estas barras migratorias actúan como una reserva temporal de arena, además de como una barrera flexible contra las olas y las corrientes por ellas inducidas. La interacción entre las barras y el campo de oleaje/ corrientes da lugar a cambios característicos en la topografía de la playa y de las propias barras.

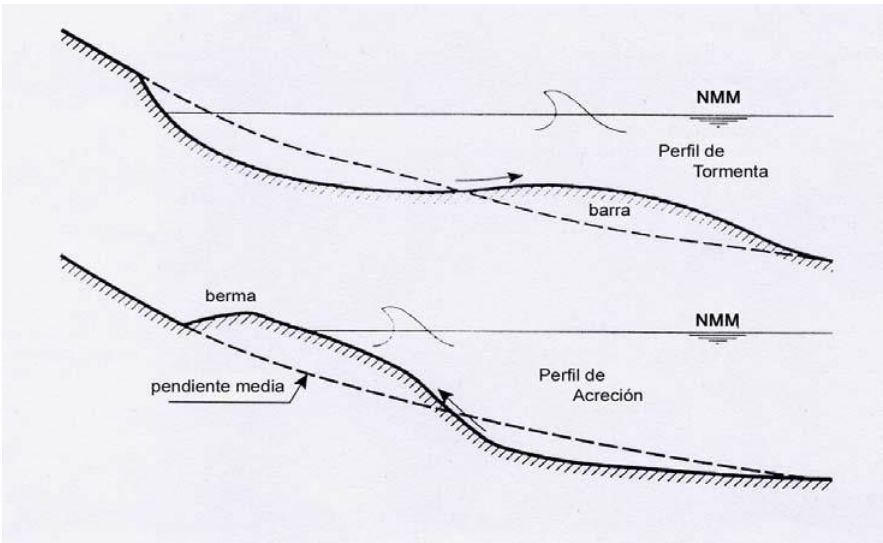


Figura 54. Perfil de tormenta y perfil de acreción (VAN RIJN, L.C. 1998)

En el caso de la playa de Los Lances Norte, hay que tener en cuenta que presenta formaciones sedimentarias inter y submareales (bajos arenosos y barras intermedias),

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 52/78	

actuando como protección y disipando parte de la energía del oleaje antes de llegar a la orilla.

IV.Determinación del nivel medio de marea NM respecto al NMMA a partir del régimen extremal del nivel de marea.

La Playa de Los Lances Norte presenta un régimen mesomareal, de periodicidad semidiurna.

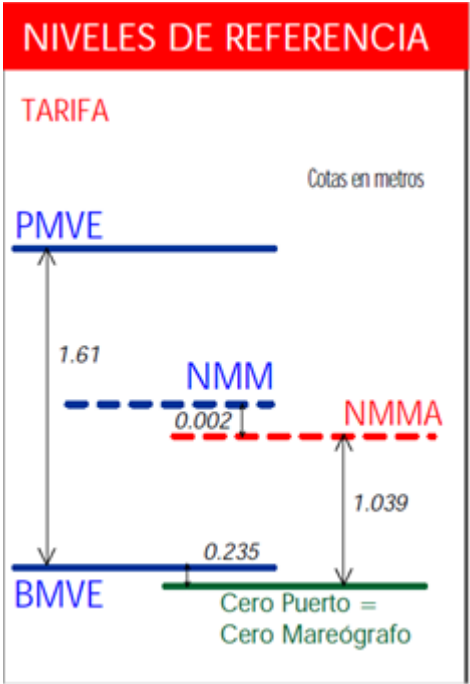


Figura 55. Niveles de referencia área IV. Subzona c. Atlas de Inundación.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 53/78	

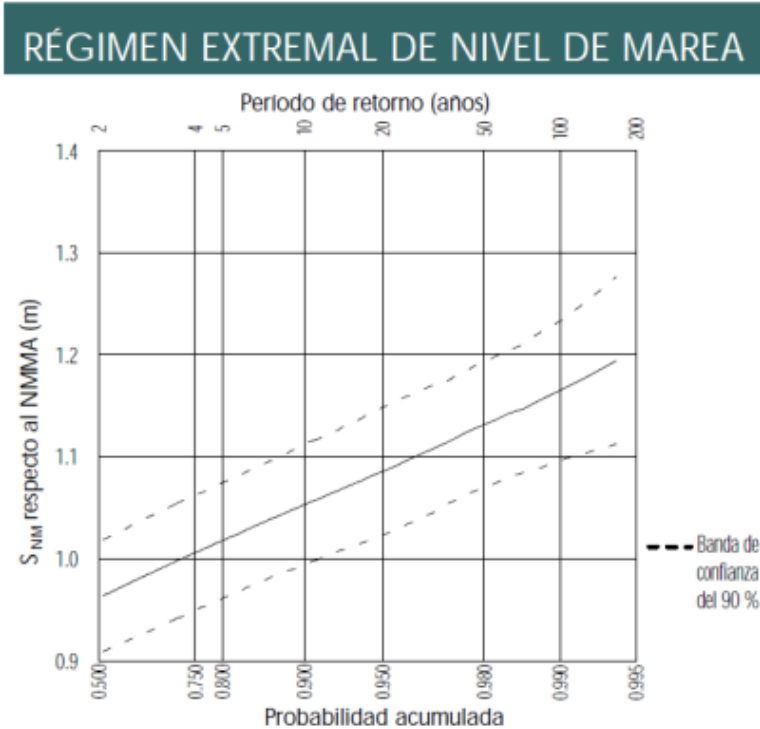


Figura 56. Régimen extremal NM. Área IV, subzona c, Atlas de Inundación.

Para tener en cuenta la variación del nivel de marea, se ha calculado el valor de SNM, a partir del ábaco del régimen extremal de nivel de marea (Fig. 56), para un periodo de retorno de 5, 10 y 50 años (Tabla 6).

SNM ₅	SNM ₁₀	SNM ₅₀
1,02	1,05	1,13

Así, considerando **Tabla 6.** SNM para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años. sólo el efecto de la marea, el nivel del mar no alcanzaría la cota a la que se encuentra el establecimiento (+3,5 m), por encima de los niveles obtenidos en todos los casos.

V.Determinación de SCI respecto al NMMA a partir del Régimen Extremal de la Cota de Inundación en una playa, teniendo en cuenta la orientación de la playa de este estudio, y su carácter disipativo.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 54/78	

RÉGIMEN EXTREMAL DE COTA DE INUNDACIÓN EN UNA PLAYA ABIERTA

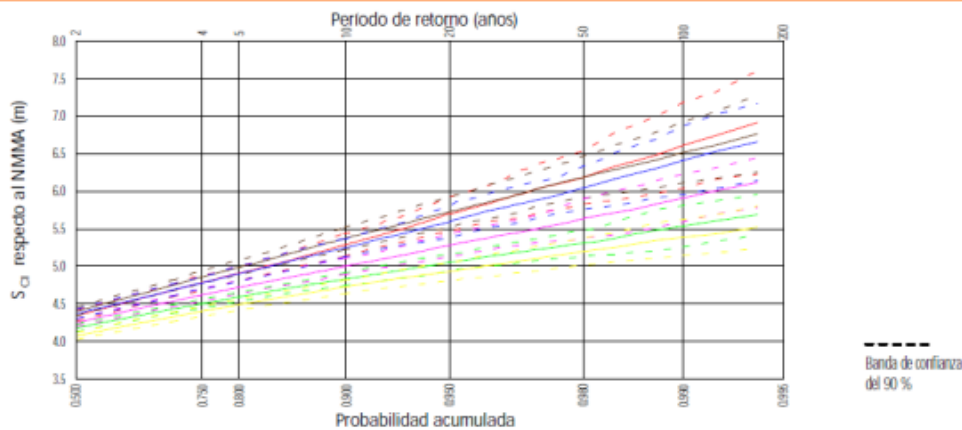


Figura 57. Régimen Extremal de Cota de Inundación para una playa abierta, área IV subzona a. Atlas de Inundación.

La metodología utilizada para el cálculo del régimen de niveles de cota de inundación presentada en el Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español consiste en la simulación del proceso físico de inundación con base en las funciones de distribución de las variables marea astronómica, marea meteorológica, altura de ola significativa y período de pico. Es decir, es una metodología compuesta de cálculos directos (simulaciones) e indirectos, para los cuales contempla una serie de aproximaciones basadas en probabilidades. Una de estas aproximaciones es acotar el cálculo para playas abiertas, no se realiza para playas de ningún otro tipo.

Así, mediante el uso del régimen extremal de cota de inundación dado por el Atlas de Inundación, se determina para esta playa, en función de su orientación y su carácter disipativo, los valores de su cota de inundación para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años, que aparecen a continuación:

SCI5(m)	SCI10(m)	SCI50(m)
4,71	5,00	5,65

Tabla 7. SCI (m) para periodos de retorno de 5, 10 y 50 años

De acuerdo con los resultados obtenidos, el régimen extremal de la cota de inundación aportada por el Atlas de Inundación, supera ampliamente la cota a la que se encuentra el establecimiento, a +3,5 metros, en todos los casos.

Por otro lado, es importante recordar que la elaboración de la información procedente del Atlas de Inundación, a partir del cual se han calculado los valores de cota de inundación, se ha realizado con limitaciones en los datos y/o admitiendo una



serie de simplificaciones a tener en cuenta. La cota de inundación de la playa se obtiene bajo la hipótesis de que su talud es indefinido. Sin embargo, esto no es así en la realidad, tal y como se observa en el perfil longitudinal de la playa. A partir de una determinada cota, el perfil de playa cambiará y estará compuesto por una zona de berma y un complejo sistema dunar con dunas embrionarias, primarias y secundarias, además de la existencia de depresiones interdunares, no consideradas en la simulación realizada. La información disponible no permite una mayor aproximación a la realidad y los resultados de la cota de inundación obtenidos aplicando la metodología establecida por el Atlas de inundabilidad resultan sobreestimados con respecto a la situación real.

Por otra parte, aunque se han considerado los periodos de retorno de hasta 50 años, el periodo de vigencia de la concesión resulta muy inferior.

En cualquier caso, el amplio margen en que se ve superada la instalación por los valores teóricos para el periodo de retorno de 5 años, posibilita que este hecho se pueda producir en algún periodo excepcional durante el tiempo en que la instalación se encuentre presente. Así mismo, ha de recordarse que lo que se valora en este estudio es la afección que pudiera ocasionar la presencia de la instalación a la dinámica litoral y no al revés, esto es, no se valora la afección que pudiera producirse sobre la instalación en caso de que sea alcanzada por la lámina de agua.

VI. Cálculo de R_u :

El Run-up es el ascenso del nivel del mar debido al oleaje incidente en una determinada playa. Su valor depende de la altura significativa (H_s), y el periodo de pico (T_p), medidos en una playa, que a su vez presentará valores característicos de talud medio de ascenso y descenso de la misma. Las relaciones que se establecen entre los distintos parámetros vienen dadas por la expresión de Van der Meer y Janssen (1995). En la Figura 58 se representa de forma esquemática la relación entre ellos.

Para el cálculo de los regímenes de H_s - T_p en la playa, se han propagado las variables del oleaje para cada una de las mismas, llevando a cabo en la metodología una serie de simplificaciones en cuya descripción este estudio no va a profundizar.



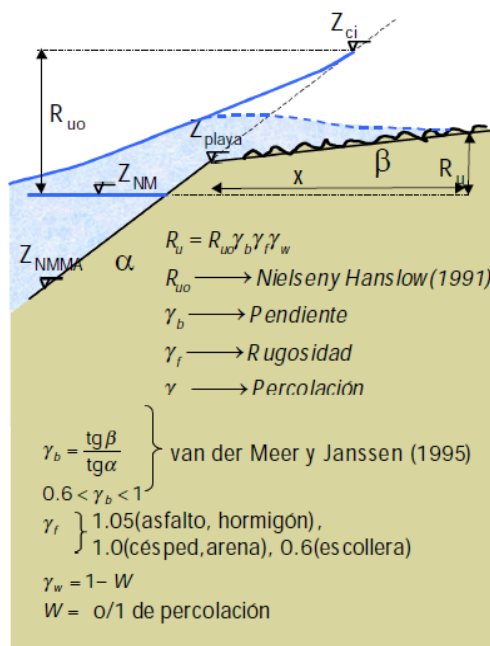


Figura 58. Parámetros incluidos en la formulación de Van der Meer y Janssen (1995). Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español.

Para estimar el run up utilizaremos la fórmula de Van der Meer y Janssen (1995), la cual nos permite calcular R_u en un perfil compuesto por dos alineaciones α y β , conocido el run-up que tendría la primera alineación R_{u0} (dado por el Atlas) y las características de rugosidad y percolación de la segunda alineación.

Formulación de Van der Meer y Jansen (1995):

$$R_u = R_{u0} \gamma_b \gamma_r \gamma_w$$

R_{u0} se calcula como la diferencia en metros de la cota de inundación prevista para un periodo de retorno determinado, y el nivel del mar estimado para el mismo periodo.

$$R_{u0} = S_{CI}(t) - S_{NM}(t)$$

Una vez obtenido R_u , podremos calcular la longitud de la playa inundada según la siguiente expresión:

$$X = R_u / \tan \beta$$

Para obtener R_{u0} se requiere hacer una estima del nivel de marea (S_{NM}) por el cual se propaga la ola que llega a la cota S_{CI} . En una primera aproximación, si S_{CI} es la cota de inundación correspondiente a R años de periodo de retorno, se tomará como S_{NM} la correspondiente, también a R años de periodo de retorno. Estos datos los hemos



calculado en los dos pasos anteriores, por lo que combinándolos con los datos que caracterizan a la playa en cada caso obtendríamos el valor de R_u y X . Para la realización de estos cálculos y su interpretación se han asumido unos valores para los parámetros γ_w y γ_f iguales a la unidad.

En la Tabla 8 se representan los resultados de la aportación del oleaje incidente a la cota de inundación. A la vista de los resultados, el incremento del nivel del mar producido por el oleaje incidente para condiciones extremas está entre 2,99 m, a cinco años de periodo de retorno, y 3,66 m a 50 años. A mayor periodo de retorno, mayor es la cota de inundación por oleaje, siendo la superficie de la playa inundada proporcionalmente creciente.

Periodo de retorno	R_{u0}	R_u	X
5	3,69	2,99	180
10	3,95	3,19	192,68
50	4,52	3,66	220,49

Tabla 8. Resumen cálculo de la longitud en la horizontal a la que llega el R_u .

Los resultados obtenidos para la distancia inundada son elevados, dada la baja pendiente de la playa. De acuerdo con los resultados teóricos, la superficie de playa inundada alcanza un máximo teórico de 220,49 metros, **llegando a alcanzar la ubicación de la instalación**, situada a aproximadamente 200 m de distancia a la línea de costa, **tan solo para el periodo de retorno de 50 años, muy por encima del periodo concesional solicitado.**

Del mismo modo que en el caso del cálculo de la cota de inundación, hay que tener en cuenta que la instalación se encuentra tras el sistema dunar existente en la parte trasera de la playa, situación no contemplada en los cálculos anteriores, que consideran una playa de pendiente emergida constante. Es decir, la longitud en la horizontal a la que llega el agua está sobreestimada, puesto que no considera el cambio del perfil de la playa por los cordones dunares.

6.5 CAMBIO CLIMÁTICO

Las principales consecuencias que conlleva el cambio climático sobre el océano son el aumento del nivel del mar, el aumento de los temporales costeros, el aumento de la erosión de la costa y el aumento de la temperatura del agua. Asociados a estos efectos se desencadena toda una serie de cambios de estado que afectan directamente a los ecosistemas y a la hidrodinámica marina.



Toda ocupación de la línea de costa es susceptible de verse afectada por estas variaciones, por lo que son fundamentales los criterios de precaución a la hora de evaluar posibles situaciones futuras en el estado y comportamiento de la hidrodinámica y la playa.

Los cálculos y reflexiones que exige el efecto del cambio climático se encuentran incluidos en el informe adjunto de “Evaluación de los efectos del Cambio Climático sobre el chiringuito Waves”.

A modo de conclusiones, se establece que:

- Se produce un aumento cierto del nivel mar.
- Los elementos que definen la morfodinámica de la playa (viento y oleaje) no varían de forma preocupante con el tiempo.
- La temperatura superficial del agua está en claro aumento. Se espera un incremento de los temporales costeros, si bien el Chiringuito Waves se encuentra protegido por una importante extensión de playa y un cordón dunar.
- No se aprecia riesgo de erosión crónica en ningún escenario en el tramo.
- Solo se aprecia riesgo de erosión debida al oleaje en el escenario de altas emisiones sin intervención y en el largo plazo, es decir, en todo caso, más allá del periodo de concesión de la explotación.
- Se determina un riesgo combinado de erosión e inundación bajo en el corto, medio y largo plazo, dando lugar a una intervención secundaria, es decir, en principio, no se contempla su implementación, según la Estrategia de Protección de la Costa, publicada por el MITECO en 2021.
- Sobre el mencionado cordón dunar se sugiere llevar a cabo medidas para la prevención de la fragmentación y la mejora de su estado de conservación. Del mismo modo, se sugieren acciones de sensibilización para personal y usuarios/as. Estas medidas serían coherentes con las propuestas por la Estrategia de Adaptación Costera elaborada por el entonces MAGRAMA en 2016.

En definitiva, concluye que el Chiringuito Waves no se verá afectado por los efectos del cambio climático sobre el tramo costero donde se ubica ni su presencia aumenta el efecto de los riesgos climáticos al estar sometido el tramo a un nivel de peligrosidad muy bajo (sin efecto por erosión crónica y leve por erosión debida al



oleaje, en el espacio temporal del periodo solicitado en concesión). Sin embargo, el rápido avance de los peores efectos del cambio climático sobre nuestras costas y la creciente virulencia y recurrencia de los temporales costeros se recomienda encarecidamente -y como forma de autoprotección- la protección de las dunas y la prevención de su fragmentación.

6.6 BATIMETRÍA

La batimetría de la zona de estudio es típica de una playa longitudinal, con las líneas isobatas relativamente paralelas. Así, en la zona situada frente al establecimiento, las isóbatas correspondientes a los primeros 5 metros se encuentran muy separadas por lo que la pendiente es pequeña y aparecen algunas irregularidades de poca profundidad. A partir de los 5 metros, la pendiente aumenta significativamente, manteniéndose más o menos constante hasta los 12 metros de profundidad a unos 750 m de la línea de costa, a partir de los cuales el fondo se vuelve más irregular. A 2,3 km de la línea de costa y con una profundidad de 16 m, el fondo se caracteriza por un aumento suave y constante de la pendiente.

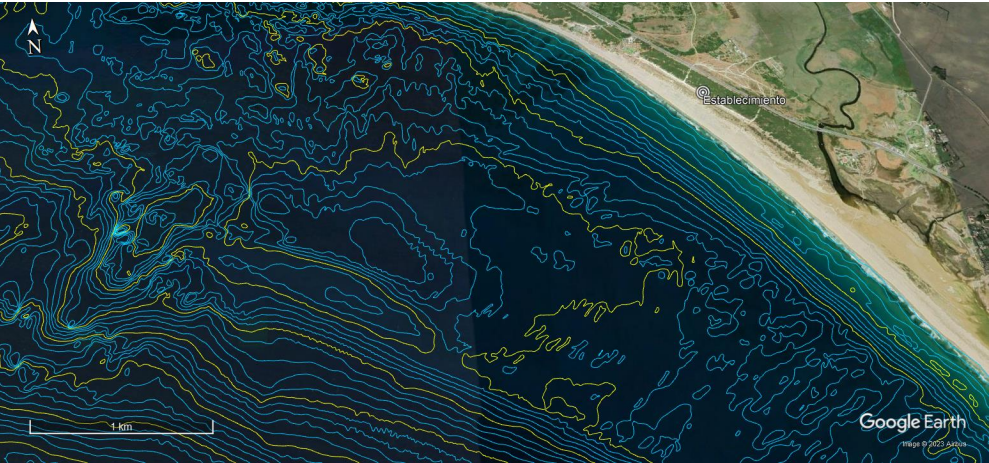


Figura 59. Batimetría de la zona de estudio. Fuente: Estudio Ecocartográfico de la Provincia de Cádiz. Google Earth.

6.7 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

A escala histórica (miles de años) la evolución morfológica de la línea de costa atlántica gaditana ha estado controlada por las oscilaciones del nivel del mar (también llamadas “eustáticas”) y por los movimientos tectónicos recientes. Para periodos cronológicos de menor duración (cientos de años), los cambios costeros se ven condicionados por la influencia que las oscilaciones climáticas han tenido sobre

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 60/78	

los procesos físicos litorales (oleaje, corrientes, mareas, vientos, etc.) y continentales (erosión hídrica y aportes sedimentarios fluviales a la costa, etc.), en paralelo a los cuales no se pueden olvidar los efectos generados por la neotectónica local y, puntualmente, por fenómenos físicos de muy alta energía y de origen diverso, tanto climático (temporales marítimos), como geológico (tsunamis) (Gracia Prieto, J. y col., 2012).

En la provincia de Cádiz, los materiales geológicos más antiguos que afloran en el terreno corresponden al sistema Triásico, (250 MA). En el subsuelo, no se han localizado materiales más antiguos ni en los sondeos petrolíferos realizados en esta zona, algunos de los cuales han sobrepasado los 3000 m de profundidad. Se pueden distinguir desde el punto de vista geológico, es decir, según los rasgos físicos y descriptivos de las rocas aflorantes, tres zonas que de sur a norte se han denominado:

- Complejo del Campo de Gibraltar
- Dominio Subbético
- Materiales postorogénicos

El *Complejo del Campo de Gibraltar*, situado en el sector meridional de la provincia, está formado principalmente por rocas, con naturaleza arcillo-margosas y por alternancias entre areniscas y arcillas tipo flysch, prácticamente sin interés hidrogeológico. Sólo las calizas con “Microcodium” y las calizas arenosas y biocalcareniticas del Paleoceno-Eoceno inferior (65 a 40 MA), confieren ciertas características geológicas a la unidad. Comprende las unidades estratigráficas 1-14.

El *Dominio Subbético* se distribuye por una amplia franja localizada entre el límite nororiental de la provincia hasta las proximidades de la Bahía de Cádiz, incluyendo las Sierras de Lijar, Zafalgar, Endrinal, Caíllo, Líbar y Las Cabras como enclaves más importantes. Está constituido fundamentalmente por materiales de muy diversa litología, esencialmente margosa y calcárea, con edades comprendidas entre el Triásico (250 MA) y el Mioceno medio (16 MA). Este conjunto muestra un alto interés hidrogeológico representado por los acuíferos calcáreos de las sierras antes citadas, cuya permeabilidad está relacionada con los intensos procesos de fisuración y karstificación allí existentes. Estos terrenos se encuentran afectados por las distintas etapas de deformación de la Orogenia Alpina, posiblemente durante el Cretácico (135 MA), Eoceno (53 MA) y Oligoceno-Mioceno (34 a 16 MA), cuando se produjo la fase principal de deformación Alpina. Comprende las unidades estratigráficas 15-21.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 61/78	

Los *materiales postorogénicos* son aquellos que se han depositado después de las principales fases de plegamiento de la Orogenia Alpina. Se sitúan en el sector noroccidental de la provincia, próximo al valle del río Guadalquivir, en donde predominan los afloramientos de materiales constituidos por margas, arcillas y biocalcarenitas Mio-Pliocenas (11 MA) y por depósitos detríticos del Cuaternario (1,8 MA). Este conjunto presenta un alto interés hidrogeológico en función de los acuíferos detríticos que se forman en estos niveles. Comprende las unidades estratigráficas 22-29. Por otra parte, las *rocas del Sistema Cuaternario* (1,8 MA) se han agrupado en función de sus características hidrogeológicas, y comprenden las unidades estratigráficas 30-34, que se corresponden con las presentes en el ámbito de estudio.

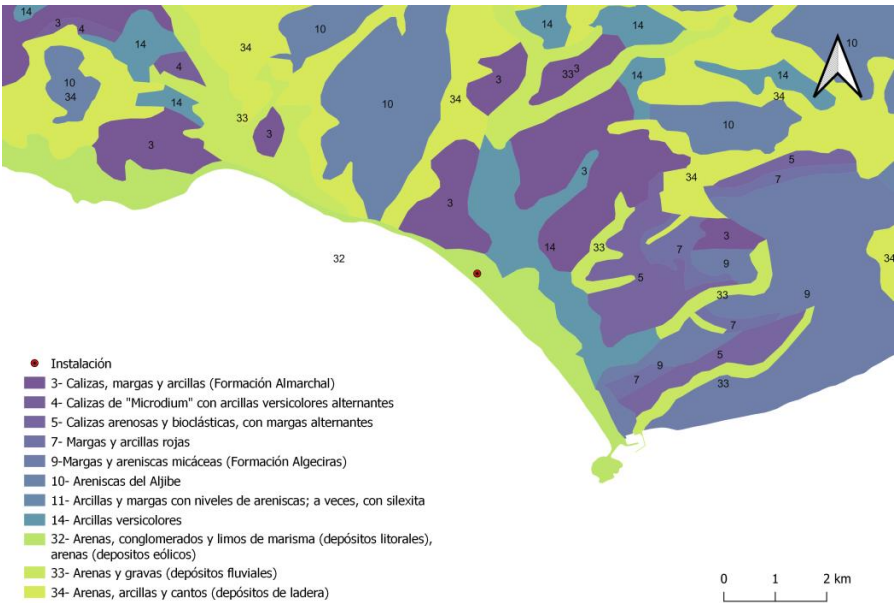


Figura 60. Mapa geológico del ámbito de estudio. Fuente: Diputación Provincial de Cádiz.

Así, se destacan los siguientes grupos en el ámbito de estudio:

- La Formación del Almarchal (unidad cartográfica 3) está formada por una alternancia de calizas bioclásticas y margas. Las calizas se encuentran en capas centimétricas de secuencias turbidíticas con laminación paralela y de *ripples* intercalados entre margas grises. Presentan una asociación de facies característica formada por *packstones* bioclásticas e intraclásticas con pelets y cuarzo tamaño limo.
- Las arcillas rojas con intercalaciones de areniscas micáceas en capas delgadas con estructura turbidítica pertenecientes a la Formación de Algeciras (unidad

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 62/78	

cartográfica 9) se corresponden a un depósito de llanura submarina. Presentan un espesor constante en la Unidad tectónica de Tarifa-Algeciras y tienen intercalada una sucesión de franja de lóbulo de calacarenitas.

- La unidad cartográfica de areniscas del Aljibe (10) la más extensa y característica del Complejo del Campo de Gibraltar. Ocupa la posición tectónica más alta de la pila de mantos con un espesor que supera los 1.000 m. Está constituida por areniscas silíceas muy puras (> 90% de cuarzo), con granos muy redondeados y aparecen estratificadas en bancos que alternan con niveles arcillosos. Estas areniscas podrían ser depósitos de procedencia sahariana, que fueron aportados por corrientes fluviales en el Surco de los Flysch.
- Los depósitos litorales (unidad cartográfica 32) están constituidos fundamentalmente por limos, arenas, gravas biogénicas y arcillas indicando una gran variedad de litológica y de facies (Zazo, 1980). Estos cambios litológicos condicionan que las características hidrogeológicas de este conjunto de sedimentos sean muy variadas. **El ámbito de estudio pertenece a esta unidad cartográfica.**
- El grupo de los depósitos fluviales, está constituido por un conjunto de naturaleza detrítica formado por los sistemas aluviales de los principales cursos fluviales que surcan esta provincia. Litológicamente, la unidad cartográfica 33, está formada fundamentalmente por arenas y conglomerados alternando con niveles de limos y arcillas, localizados en los fondos de los valles y en los sistemas de terrazas. Estos niveles presentan un alto interés hidrogeológico ya que sobre ellos se desarrollan importantes acuíferos detríticos.
- Los depósitos de laderas se encuentran agrupados en la unidad cartográfica 34, formados por arcillas, arenas y cantos de distintos tamaños que integran los sistemas de coluviones, glaciares, depósitos de solifluxión y conos de deyección, constituyendo todos ellos un conjunto con relativo interés hidrogeológico.



6.8 TRANSPORTE LITORAL Y BALANCE SEDIMENTARIO

6.8.1 Consideraciones previas

La Playa de Los Lances Norte es una playa semiurbana, longitudinal, con frente dunar, abierta y de perfil disipativo, característico de playas de arena fina y/o niveles de energía elevado.

En general, la playa y la zona de rompientes conforman un ecosistema marino discreto que contiene productores primarios, consumidores y descomponedores, con contornos bien determinados por la playa y los sistemas circulatorios de la zona de rompientes.

El ecosistema de playa/zona de rompientes está controlado por el oleaje que remueve y transporta la arena, acumula el fitoplancton, bombea agua y materia orgánica en el sistema intersticial y mueve a los animales. Por otro lado, el viento es el motor de la dinámica en la playa seca, transportando la arena, el aerosol salino y los detritos y enterrando la vegetación.

En función de la dirección en que se produce, se distinguen:

- El transporte transversal, que se produce a lo largo del perfil de la playa y que está controlado por factores como el oleaje, presencia de reflujos o corrientes de resaca, variaciones del nivel del mar o pendiente del fondo. Tiene lugar de mar a costa y viceversa (Fig. 61).
- El transporte longitudinal, que es el que se produce paralelo a la línea de costa y depende, en cierta medida, del tipo de rompiente. Al incidir el oleaje con un cierto ángulo, la corriente de flujo asciende por la pendiente de la playa con ese ángulo, mientras que el reflujo desciende con una dirección prácticamente perpendicular a la línea de costa. Esto es lo que se conoce como *Deriva de playa* o *Beach drift* (Fig. 62).

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 64/78	

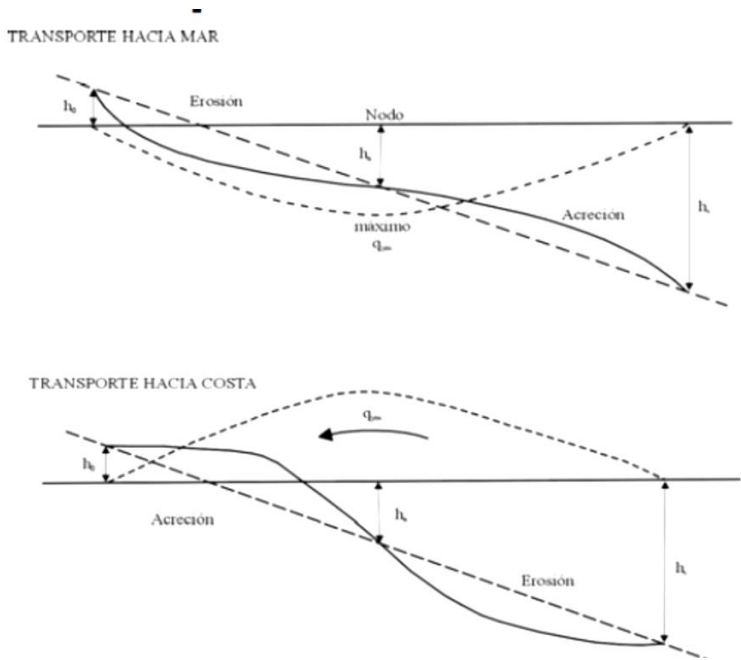


Figura 61. Transporte transversal hacia mar y hacia costa. Fuente: Universidad de Cádiz.

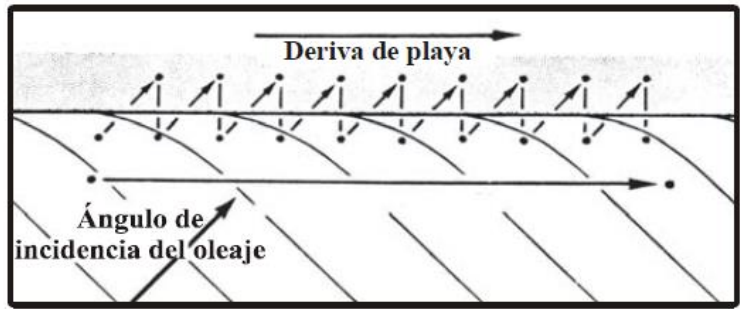


Figura 62. Deriva de playa o Beach drift. Fuente: Universidad de Cádiz.

En el tramo costero objeto de estudio, la deriva litoral discurre en dirección NW-SE, prácticamente con la misma orientación que la playa.

6.8.2 Tasas de erosión/ sedimentación

Para completar este estudio, se ha considerado el cálculo de tasas de erosión costera como elemento fundamental para caracterizar la costa desde el punto de vista de su vulnerabilidad: a mayores tasas de erosión negativas (costa regresiva), mayor vulnerabilidad, y a mayores tasas de erosión positivas (costa progresiva) menor vulnerabilidad.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 65/78	

Las Estrategias para la protección de la costa definen un modelo morfodinámico simplificado de funcionamiento de las playas existentes en cada una de las Unidades Costeras propuestas en Cádiz. Así, en la **UC-CA19. Punta Paloma- Puerto de Tarifa**, unidad que comprende la playa de Los Lances Norte, los resultados de este modelo morfodinámico establecen que:

- En el extremo oeste de UC-CA19 se produce un aporte de sedimento procedente de UC-CA18. Este sedimento llega al extremo oeste de la playa de Valdevaqueros, donde el transporte litoral tiene dirección oeste, por lo que se almacena en esta zona abrigada por Punta Paloma. El sedimento de esta parte de la playa es extraído por el viento hacia la duna de Valdevaqueros, la cual actúa como un sumidero, ya que la arena que alcanza los pinares no puede ser recuperada naturalmente.
- En el este de la playa de Valdevaqueros y playas de los Lances Norte y Sur, el transporte litoral se dirige hacia el Este, aunque el transporte eólico actúa en dirección contraria, arrastrando el sedimento de la playa seca hacia el oeste.
- La Playa Chica a pesar de encontrarse al este de la Punta de Tarifa se comunica con la playa de los Lances Sur mediante transporte eólico.

Las tasas de erosión constituyen un indicador de gran valor para conocer la evolución del frente costero e inferir los efectos, entre otros, de la regulación de los ríos (especialmente por su represamiento) y de la construcción de infraestructuras costeras. La primera por lo que supone en alteración del régimen de aportes sedimentarios y la segunda por constituir barreras al tránsito longitudinal de estos aportes.

Las fuentes de sedimento de la **UC-CA19. Punta Paloma- Puerto de Tarifa** son:

- Naturales: El transporte litoral que aporta sedimentos a través del extremo occidental de la unidad desde UC-CA18.
- Artificiales: El sedimento retirado de la duna de Valdevaqueros se vierte en la playa de los Lances. La frecuencia de estas aportaciones ha disminuido recientemente. Se estima una tasa de 10.000 m³/año de sedimento aportado.

En cuanto a los **sumideros de sedimento**, en esta unidad el sedimento se pierde por los límites norte y sur. Al norte, el sedimento que llega a la duna de Valdevaqueros no vuelve al sistema.



El estudio llevado a cabo en el marco de las Estrategias para la protección de la costa ha calculado las tasas de erosión actuales para las playas comprendidas en la unidad **UC-CA19. Punta Paloma- Puerto de Tarifa**:

Playa	Tasa erosión actual (m/año)
Playa de Valdevaqueros	2,5
Playa de Los Lances Norte	1.0
Playa de Los Lances Sur	0,0
Playa Chica	En acreción

Tabla 9. Tasas de erosión en UC-CA19. Fuente: Estrategias para la protección de la costa.

En el oeste, la Playa de Valdevaqueros ha acelerado su tasa de retroceso de la línea de costa de 1,25 m/año históricamente a 2,5 m/año. Las playas de los Lances históricamente se encontraban en equilibrio, mientras que en la actualidad la playa de los Lances Norte presenta erosiones de 1 m/año. En el este de esta unidad, playa Chica se encuentra en acreción, con una tasa histórica de avance de la línea de costa de 0,75 m/año y actual de 0,9 m/año.

En esta unidad se realizan aportes de sedimento periódicamente en la playa de Los Lances de un volumen estimado de 10.000 m³ /año. En caso de no realizarse estos aportes se estima que la línea de costa en esta zona retrocedería 0.40 m/año adicionales.

Si bien la propia estrategia recoge que la separación entre Lances Norte y Sur es el río de la Jara, dando a entender que el Chiringuito se ubica en Lances Norte, en su división geográfica y, por tanto, práctica a efectos de valorar las tasas de erosión, establece el límite de Lances Norte en el área Recreativa Punta de La Peña, ubicando *de facto* al chiringuito en lo que la estrategia identifica como Lances Sur. Por lo tanto, en el tramo en equilibrio.

Se han calculado las tasas de erosión promedio (en m³/año) entre 2020 y los años horizonte (2045 y 2100) asociadas al cambio climático. Queda recogido en el informe específico adjunto.

Asimismo, la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible ha calculado las tasas de erosión de toda la costa andaluza, habiéndose seleccionado y validado algunos tramos de especial interés por la intensidad en su dinámica costera y, por tanto, su sensibilidad a los cambios en el volumen y la calidad del aporte



sedimentario, a la fluctuación de los parámetros físicos de corrientes y oleajes, así como a la del propio nivel medio del mar.

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) dispone de información sobre las tasas de erosión de las playas andaluzas:

- Tasas de erosión históricas. Se incluyen las tasas de erosión de los periodos 1956-2013, 1956-1977, 1977-2013 en puntos distribuidos cada 50 metros a lo largo de la costa y representando cada uno de los tres periodos a lo largo de tres líneas separadas del frente costero 500, 850 y 1200 metros respectivamente, facilitando así la lectura cartográfica de los datos (Fig.64). La playa de Los Lances Norte presenta tasas de erosión históricas positivas o negativas según el periodo y el tramo. Entre 1956-1977, las tasas de erosión obtienen valores negativos en el límite norte, mientras que para el periodo 1977-2013 permanecen mayoritariamente sin variación. Para el periodo global estudiado (1956-2013), los valores históricos difieren según el tramo. Al sur y norte de la instalación, los valores presentan signo negativo, mientras que en frente de la misma los cálculos obtenidos concluyen que la playa se encuentra en acreción en este tramo.
- Tasas de erosión recientes. Se incluyen las tasas de erosión de los periodos 2009-2013, 2009-2011, 2011-2013 en puntos distribuidos cada 50 metros a lo largo de la costa y representando cada uno de los tres periodos a lo largo de tres líneas separadas del frente costero 500, 850 y 1200 metros respectivamente (Fig. 65). En el caso de la playa de Los Lances Norte, los resultados muestran una playa progresiva, con tramos en erosión al norte y Sur de la instalación.

En azul se representan los puntos de avance, en rojo los puntos de retroceso y en blanco los puntos neutros.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 68/78	

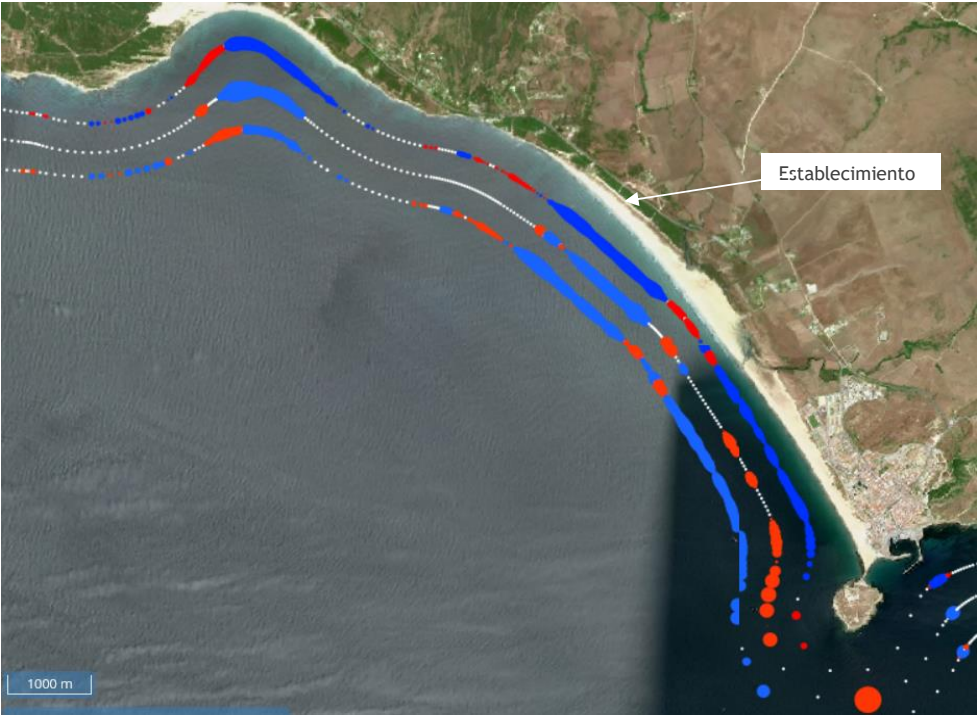


Figura 63. Tasas de erosión históricas en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.

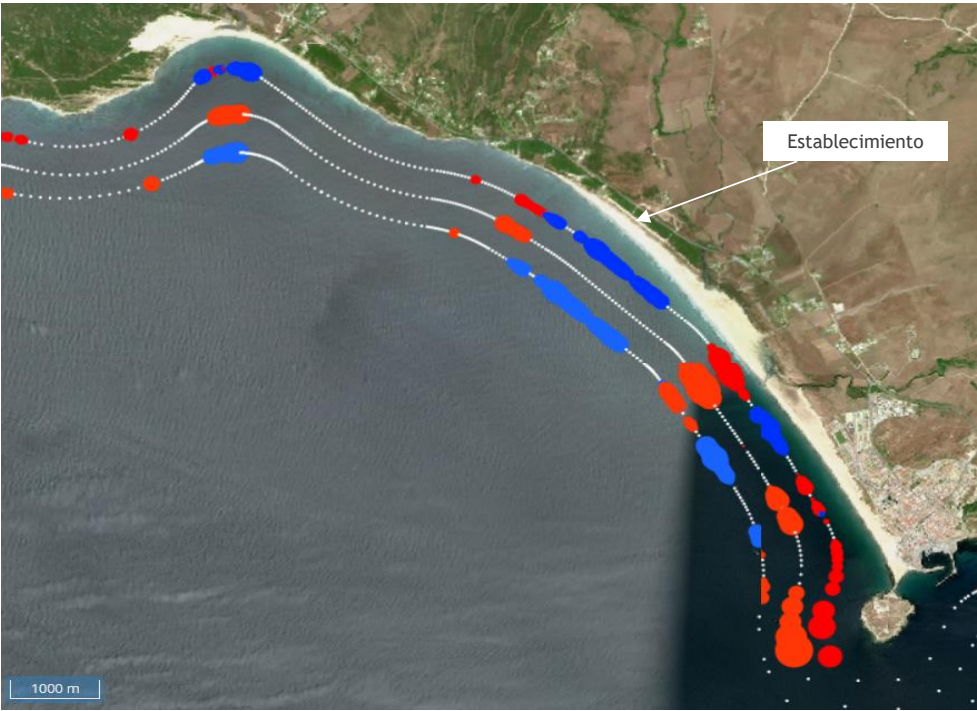


Figura 64. Tasas de erosión recientes en el ámbito de estudio. Fuente: Red de información ambiental de Andalucía.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 69/78	

6.8.3 Evolución de la línea de Costa

Mediante la superposición de la línea de costa establecida en las ortofotos de la zona de estudio, en la figura 65 se puede observar la tendencia de evolución observada en la zona de instalación del chiringuito.

En el tramo de playa objeto de estudio, se observa un avance generalizado desde 1977 hasta la actualidad. En el periodo comprendido entre 1997 y 1984 se produjo un avance muy significativo. Del año 1984 hasta 1998 la línea de costa se retrae para volver a avanzar hasta 2004 con un orden similar de magnitud. A partir de ese año se produjo un retroceso hasta 2010, año en el que vuelve a invertirse la tendencia, si bien tímidamente, y puede considerarse que la línea de costa ha avanzado moderadamente.

Esta información junto con los datos de tasas de erosión hace pensar que el tramo de playa correspondiente al emplazamiento de la instalación proyectada no se encuentra en peligro de retroceso, pero han de considerarse los aportes artificiales realizados en la unidad contigua.



Figura 65. Evolución de la línea de costa en el entorno del Waves.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 70/78	

6.9 PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS

El objeto de este estudio incluye, en respuesta a lo establecido por el Art. 93 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de Costas, un plan de seguimiento de las actuaciones previstas en la construcción y explotación de la instalación, que promuevan una gestión más adaptativa de los usos en el litoral. De este modo, es posible detectar afecciones sobre el sistema de la dinámica litoral provocadas por dichos usos, en este caso, la ocupación mediante instalación desmontable de la Playa de Los Lances Sur.

En vista de los resultados de este informe, se insta a los promotores del proyecto y responsables de su explotación, al seguimiento periódico de una serie de aspectos sencillos que puedan servir a posteriori para la redacción de una memoria anual.

Los contenidos de esta memoria aparecen a continuación, especificando en cada caso, en qué fase de ejecución del proyecto deben ser considerados:

Fase de explotación:

- Control de inundaciones: Registro gráfico de incidencias en las que el nivel del mar pudiese tener acceso a la instalación. Es importante registrar en la fotografía la fecha en la cual tuvo lugar la incidencia y la hora, con el fin de poder analizar los datos obtenidos y los regímenes de marea, registros de oleajes de temporal, etc.
- Control de sedimentos: Registro gráfico de incidencias asociadas al déficit de sedimentos entorno a la infraestructura, o su acumulación anómala.
- Medidas relacionadas con la conservación del ecosistema dunar: Se aconseja al promotor la realización de medidas, principalmente dirigidas a controlar el acceso de personas sobre el cordón dunar y a la sensibilización de los usuarios de la playa, para con ello conseguir la eliminación de caminos existentes, tales como: restauración de pasarela existente, instalación de cerramiento protector del cordón dunar en el entorno del chiringuito, reposición de vallado longitudinal de aparcamiento, instalación de cartelería de buenas prácticas para sensibilización a los usuarios del chiringuito.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 71/78	

6.10 CONCLUSIONES

- Se trata de una instalación expendedora de comidas y bebidas al servicio de la playa, de carácter desmontable con permanencia todo el año, en la playa de Los Lances Norte, en Tarifa (Cádiz).
- Tal y como se recoge en el objeto del documento, el presente estudio pretende evaluar el grado de interacción entre los procesos físico-naturales que determinan la dinámica litoral de la unidad fisiográfica con la instalación, y el grado de afección que puede ejercer a cada uno de dichos procesos a lo largo de distintos horizontes temporales. Por tanto, el objeto de este estudio es el de analizar y valorar si la instalación puede suponer alguna afección a la dinámica litoral y no al revés, esto es, no se valora si dicha instalación puede verse afectada en algún momento por la dinámica costera, cuestión esta última que, en caso de producirse, se asumiría por parte del promotor. En cualquier caso, la valoración de una posible afección a la instalación queda fuera del objeto de este estudio.
- La playa de Los Lances Norte se localiza en el término municipal de Tarifa, en la provincia de Cádiz, en el litoral atlántico. Se trata de una playa semiurbana, con una longitud de unos 4.600 metros y una anchura media de 120 metros, aunque variable.
- La instalación se ubica tras el cordón dunar, en una parcela empleada anteriormente como aparcamiento para los usuarios de la playa.
- Apenas existe variabilidad en cuanto a la direccionalidad del viento, situándose preferentemente en el eje E-W y predominando los del Este. Las velocidades medias más frecuentes se encuentran entre los 5-6 m/s. Dado que para la removilización de la arena se considera necesaria una velocidad mínima de 4,5 m/s, las condiciones necesarias para el transporte eólico sedimentario se cumplen habitualmente, con vientos especialmente intensos durante la primavera.
- En relación a la altura significativa de ola, la más frecuente se encuentra entre 0.2-1 metros, con el verano como periodo más tranquilo frente a primavera e invierno, que alcanzan alturas de ola mayores, aunque en ocasiones puntuales. En cuanto a las alturas máximas de ola, se mantienen en general por debajo de los 4 metros, salvo circunstancias excepcionales, destacando una altura de ola

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR

CARMEN TORNERO PINILLA

07/05/2026

VERIFICACIÓN

PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55

PÁG. 72/78



de 5,23 metros alcanzada en marzo de 2018 y otra de 6,80m alcanzada en octubre de 2023.

- Atendiendo a la subida del nivel del mar por efecto mareal (SNM) calculada a partir del ábaco del régimen extremal de nivel de marea, se obtiene que sólo por efecto de la marea no se alcanzaría la cota a la que se encuentra el establecimiento (+3,50 m) para ninguno de los periodos de retorno estudiados (5, 10 y 50 años).
- Analizando los resultados obtenidos de los cálculos relativos al ascenso del nivel del mar debido al oleaje incidente, se observa que son elevados para la distancia inundada, dada la baja pendiente de la playa. El incremento del nivel del mar producido por el oleaje incidente para condiciones extremas (Ru) está entre 2,99 metros (a 5 años de periodo de retorno) y 3,66 metros (a 50 años). La superficie de playa inundada alcanza un máximo teórico de 220,49 metros, llegando a alcanzar la ubicación de la instalación, situada a aproximadamente 200 metros de distancia a la línea de costa, sólo para el periodo de retorno de 50 años, muy por encima del periodo concesional solicitado. Además, la instalación se encuentra tras el sistema dunar existente en la parte trasera de la playa, situación no contemplada en los cálculos anteriores, que consideran una playa de pendiente emergida constante. Es decir, la longitud en la horizontal a la que llega el agua está sobreestimada, puesto que no considera el cambio del perfil de la playa por los cordones dunares.
- Considerando la suma de la subida del nivel del mar por efecto del oleaje (Ru) y por efecto mareal (SNM), esto es, la cota de inundación (SCI), se obtiene que la cota a la que se encuentra el establecimiento (+3,5 metros) se supera para todos los periodos de retorno estudiados (5, 10 y 50), alcanzando los +4,71 metros para periodos de retorno de 5 años y llegando hasta los 5,65 cada 50 años, solo bajo circunstancias extremas, con fuertes temporales y coeficientes de marea elevados. Y esto sin considerar la protección ejercida por las dunas.
- Dado que el agua solo podría alcanzar la distancia a la que se ubica el chiringuito en el periodo de retorno de 50 años y la cota supera la altura del mismo, podría derivarse su inundación en este periodo. No obstante, es importante recordar que este resultado es teórico y se basa en la información procedente del Atlas de Inundación, a partir del cual se han calculado los valores de cota de inundación, realizado con limitaciones en los datos y/o admitiendo una serie de

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección <https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/> indicando el código de VERIFICACIÓN

FIRMADO POR

CARMEN TORNERO PINILLA

07/05/2026

VERIFICACIÓN

PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55

PÁG. 73/78



simplificaciones. La cota de inundación de la playa se obtiene bajo la hipótesis de que el talud de la misma es indefinido. Sin embargo, esto no es así en la realidad. A partir de una determinada cota, el perfil de playa cambiará y estará compuesto por una zona de berma y un complejo sistema dunar con dunas embrionarias, primarias y secundarias, además de la existencia de depresiones interdunares, no consideradas en la simulación realizada. La información disponible no permite una mayor aproximación a la realidad y los resultados de la cota de inundación obtenidos aplicando la metodología establecida por el Atlas de inundabilidad resultan sobreestimados con respecto a la situación real.

- Desde el punto de vista del transporte sedimentario, el tramo de playa donde se ubica el chiringuito, identificado pro la Estrategia de Protección costera frente a los efectos del cambio climático, como Lances Sur, se encuentra en equilibrio. El tramo adyacente Lances Norte se encuentra en retroceso. Históricamente, ha presentado episodios de estabilidad y erosivos posteriormente, manteniéndose en avance moderado en los últimos 10 años debido a los aportes artificiales realizados.
- Atendiendo a la erosión de la playa por motivo del cambio climático, aun aceptando un retroceso neto de la playa mucho mayor del previsto, sin aportes de arena, el agua no se acerca en absoluto al Chiringuito, que se ubica a 200 m de la línea de playa, mucho menos en el plazo solicitado, que expiraría en 2053.
- Con respecto al cambio climático, se concluye que el Chiringuito Waves no se verá afectado por sus efectos sobre el tramo costero donde se ubica, ni su presencia aumenta el efecto de los riesgos climáticos al estar sometido el tramo a un nivel de peligrosidad muy bajo (sin efecto por erosión crónica y leve por erosión debida al oleaje, en el espacio temporal del periodo solicitado en concesión).

Dada su situación y los resultados de este informe de dinámica litoral, se concluyen las siguientes especificaciones en cuanto a la afección que ejerce la instalación al sistema hidrodinámico y sedimentario imperante:

- Los cálculos realizados en torno a la cota de inundación indican que, solo en circunstancias extremas, con fuertes temporales y coeficientes de marea elevados, la lámina de agua alcanzaría la instalación para todos los periodos de retorno estudiados. Hay que tomar con reservas los valores obtenidos en la cota de inundación por su carácter teórico y las simplificaciones del sistema necesarias



para realizar los cálculos (no considerando la existencia del cordón dunar en cuya parte posterior se encuentra la instalación).

- En los casos en que la lámina de agua pudiese entrar en contacto con la estructura, la presencia de la misma no se considera significativa de cara a modificar la hidrodinámica. Es decir, en caso de que se produjese contacto entre la lámina de agua y la instalación proyectada, ésta no supondría un obstáculo suficiente como para modificar la dirección y/o intensidad de la dinámica natural. En resumen, la presencia de la instalación, de carácter desmontable, no supone una afección significativa sobre la hidrodinámica de la zona. El establecimiento, por sus dimensiones y características, no constituye un impedimento para la subida puntual del nivel del mar ni ejerce una influencia considerable en la dinámica natural de la zona.
- De acuerdo con la información disponible sobre las tasas de erosión de la playa de Los Lances Norte, así como el análisis de la evolución de la línea de costa, se puede concluir que la playa se ha mantenido más o menos estable en los últimos 10 años, con la necesidad de intervención humana. En relación con la posible influencia del establecimiento, se estima que la presencia de la instalación, aunque puede suponer un obstáculo puntual, no influye de forma significativa en la dinámica sedimentaria del ámbito de estudio, determinada por las condiciones de contorno de la propia playa.

En definitiva, no se considera que la presencia del establecimiento expendedor de comidas y bebidas suponga una afección significativa sobre la dinámica de la zona.

En relación con las conclusiones que se alcanzan tras la elaboración de este estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Puesta en marcha de buenas prácticas asociadas al ejercicio de la fase de construcción y explotación del proyecto.
- En caso de previsión de fuertes temporales que puedan afectar a la playa, se recomienda que la instalación permanezca cerrada al público.
- Si se prevé un año con especial incidencia de temporales, se sugiere la retirada temporal de la instalación.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 75/78	

- Correcto acceso y mantenimiento de las vías de acceso habilitadas en buen estado, favoreciendo el paso de los usuarios de la playa a través de las mismas, evitando afección al sistema dunar.
- Realización de estudios ambientales para evaluar el estado de conservación del sistema dunar presente en Los Lances Norte y realización de actuaciones de protección del mismo a la altura del Chiringuito. La ejecución de estas medidas supondría una mejora en el estado de conservación de las dunas en el entorno de la instalación, lo que a su vez supondría una reducción de la fragmentación del sistema y permitiría una mayor protección de los espacios situados tras las dunas frente a temporales y subidas del nivel del mar.
- Seguimiento de todas estas medidas.

Fdo:

Carmen Tornero Pinilla

Amanda Rivillas

Manuel A. Guerrero Redondo

Firmado por ***3108**
CARMEN TORNERO
(R: ****7677) el día
28/12/2023 con un
certificado emitido por
Atlántida Medio Ambiente S.L.
(277811)

(Lda. Ciencias
Ambientales)

(Lda. Ciencias del Mar)

(Ldo. Ciencias Ambientales)

Colegiada COAMBA N°
001299

Colegiada COBA N°
002258

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 76/78	



7 BIBLIOGRAFÍA

- *Atlas de Inundación en el litoral peninsular español*. Universidad de Cantabria, Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (GIOC). Ministerio de Medio Ambiente, DG de Costas.
- *Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático*. 2020. IHCantabria y Universidad de Cádiz. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- García de Domingo, A. 2005. *Geología de la provincia de Cádiz. Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz*. Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y Diputación de Cádiz.
- Gutiérrez Más, J.M., Gracia-Prieto, J., Luján-Martínez, M. y Sánchez-Bellón, A.. 2016. *Geología del Campo de Gibraltar*. Geología 16 Cádiz.

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 77/78	

8 ANEXO CARTOGRÁFICO

Plano nº1. Situación.

Plano nº2. Planta batimétrica.

Nº Reg. Entrada: 202699904904067. Fecha/Hora: 07/05/2026 14:49:33

Puede verificar la integridad de este documento mediante la lectura del código QR adjunto o mediante el acceso a la dirección https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/ indicando el código de VERIFICACIÓN			
FIRMADO POR	CARMEN TORNERO PINILLA	07/05/2026	
VERIFICACIÓN	PEGVEY4ZHGA4DEB7A4JYQVT5P2E55	PÁG. 78/78	