

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA INSTALACIÓN EXPENDEDORA DE COMIDAS Y BEBIDAS “PLAYA VIRGEN”

**Playa de la Costilla
Rota, Cádiz**



Titular:

UNMISTAKABLE CAPITAL S.L.

Fecha:

Julio de 2025

INDICE PROYECTO

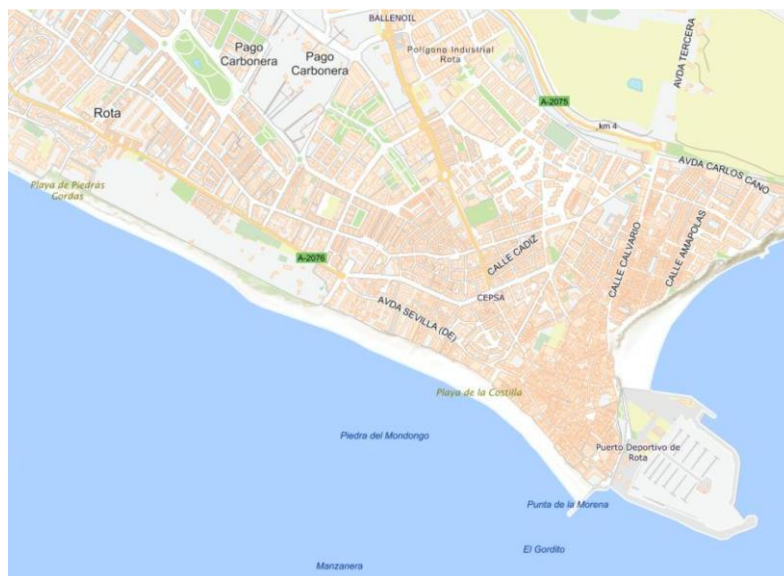
1. INTRODUCCIÓN	4
1.2 INTRODUCCIÓN AL IPCC	5
1.1. OBJETO DEL PROYETO.....	6
1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN	6
1.3. ANÁLISIS DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO	6
2 EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LA DINÁMICA COSTERA EN EL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO.....	8
2.1 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE LITORAL.	9
2.2 BALANCE SEDIMENTARIO Y EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA, TANTO ANTERIOR COMO PREVISIBLE.....	12
2.3 EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA EN LA PLAYA DE LA COSTILLA.....	15
2.4 EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA	20
2.5 PERFIL DE EQUILIBRIO	22
2.6 CLIMA MARÍTIMO INCLUYENDO ESTADÍSTICAS DE OLEAJE Y TEMPORALES DIRECCIONALES Y ESCALARES.....	24
2.7 DINÁMICA RESULTANTES DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO... ..	27
2.8 BATIMETRÍA, FORMA DE EQUILIBRIO, PLANTA Y TRAMO DE COSTAS....	28
2.9 NATURALEZA GEOLÓGICA DE LOS FONDOS	30
2.10 CONDICIONES DE LA BIOSFERA SUBMARINA Y EFECTOS SOBRE LA MISMA DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS EN LA FORMA QUE SEÑALA EL ARTÍCULO 88	31
2.11 RECURSOS DISPONIBLES DE ÁRIDOS Y CANTERAS Y SU IDONEIDAD, PREVISIÓN DE DRAGADOS O TRASVASES DE ARENAS	32
2.12 PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS.....	32
2.13 PROPUESTA PARA LA MINIMIZACIÓN, EN SU CASO, DE LA INCIDENCIA DE LAS OBRAS Y POSIBLES MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS. ...	33
3 EVALUACIÓN DE EFECTOS EN LA COSTA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	35
3.2 EFECTOS PROVOCADOS EN LOS ELEMENTOS DEL LITORAL OBJETOS DE ESTUDIO	37
3.3 VULNERABILIDAD DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO TRAS LA SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR.	39
3.4 SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	39

4 CONCLUSIONES 46

1. INTRODUCCIÓN

Unmistakable Capital S.L. es una empresa de carácter privado, constituida en 2019 y con sede en Lebrija (Sevilla), dedicada principalmente a la explotación de negocios de restauración, hostelería y actividades vinculadas al turismo. Recientemente la empresa ha iniciado la gestión de un establecimiento expendedor (chiringuito) ubicado en la Playa de la Costilla, en el municipio de Rota (Cádiz), una zona de alta afluencia turística y gran valor ambiental en el litoral atlántico andaluz.

Este documento describe el estudio básico de dinámica litoral y cambio climático, requerido para la permanencia y adaptación de la instalación "Playa Virgen" en la Playa de la Costilla (Rota), al Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Costas (BOE, 11 de octubre de 2014), cuya finalidad es la protección del dominio público marítimo-terrestre y la seguridad jurídica. El presente estudio tiene como objetivo analizar la dinámica litoral y los efectos del cambio climático en la ubicación de un chiringuito en la playa de Rota, en cumplimiento con la normativa de costas vigente. La evolución de la línea de costa, la erosión y los cambios en los patrones de sedimentación son factores clave que pueden afectar la estabilidad y viabilidad de la instalación a medio y largo plazo.



Zona de la playa de la Costilla

Este análisis se basará en datos históricos de la morfodinámica costera, modelos de proyección del nivel del mar y eventos meteorológicos extremos, con el fin de evaluar riesgos y proponer medidas de adaptación.

Este estudio permitirá desarrollar estrategias para minimizar impactos ambientales y garantizar la compatibilidad del chiringuito con la conservación del ecosistema costero. Este estudio, por tanto, se enmarca en la necesidad de garantizar que la actividad desarrollada por Unmistakable Capital S.L. se adecúa al principio de sostenibilidad

ambiental, minimiza su impacto sobre el medio físico y se adapta a los riesgos costeros actuales y futuros.

1.2 INTRODUCCIÓN AL IPCC

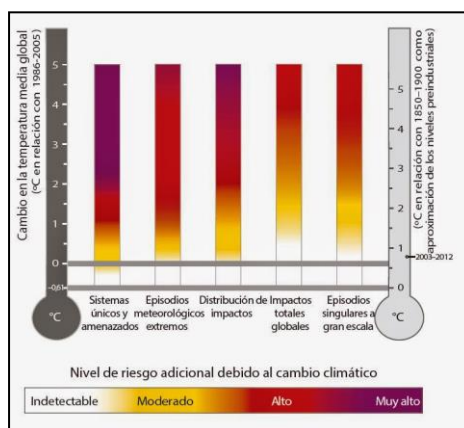
Por otro lado, el Estado Español, al igual que el resto de Los estados Miembros, tiene el requerimiento de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC) de implementar medidas concretas para adaptarse al ascenso del nivel del mar y demás efectos del cambio climático en la costa. En concreto el Artículo 4 (b) de la CMCC establece que todas las Partes deberán formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales que contengan medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático. En este sentido es la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Oficina Española del Cambio Climático, la encargada de arbitrar las medidas necesarias para desarrollar la política del Departamento en materia de cambio climático.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático –IPCC- es una agencia especializada de Naciones Unidas, creada en 1988, cuyo principal objetivo es realizar evaluaciones periódicas del estado de conocimiento sobre el cambio climático. Desde la entrada en vigor de la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC), el IPCC es la institución científica y técnica que colabora y apoya a los Órganos Subsidiarios de la Convención, suministrando información políticamente relevante sobre cambio climático.

A lo largo de los últimos años se han ido acumulando evidencias del cambio climático y de los impactos sobre distintos sectores y sistemas del mismo. El Tercer Informe de Evaluación del IPCC, aprobado en 2001, ofrece una valoración actualizada de los diferentes aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático. En este informe se reconoce que la adaptación es una estrategia necesaria a todas las escalas para complementar los esfuerzos de mitigación del cambio climático. Si ambos elementos se utilizan de forma conjunta, pueden ayudar a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible.

La figura siguiente es un esquema donde se representa el marco bajo el cual se integran las políticas de mitigación y adaptación como respuestas frente al cambio climático antropogénico

El gráfico representa los efectos del ascenso de las temperaturas en relación con cinco "motivos de preocupación" FUENTE: AR5 IPCC



Consciente de la incidencia del cambio climático sobre la costa, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental solicita a los demandantes de licencias de ocupación de dominio público marítimo terrestre para la implantación de chiringuitos, el desarrollo de un estudio básico de dinámica litoral y cambio climático específico de la zona de emplazamiento del mismo.

El objetivo general del Estudio es definir y establecer los mecanismos científicos, técnicos y económicos con el fin de proporcionar al Ministerio de Medio Ambiente la cobertura científica necesaria para atender sus intereses en materia de establecimiento de políticas y estrategias de actuación en las costas españolas ante el cambio climático.

En la 43ª reunión del IPCC, celebrada en abril de 2016, se acordó que el informe de síntesis del Sexto Informe de Evaluación, a tiempo para el primer balance mundial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Entonces, los países examinarán los progresos realizados para lograr su objetivo de mantener el calentamiento global muy por debajo de 2 °C mientras que, al mismo tiempo, proseguirán los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C.

1.1. OBJETO DEL PROYETO

El presente proyecto tiene por objeto el estudio es evaluar la dinámica litoral y los efectos del cambio climático en la playa de Rota para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de la instalación, cumpliendo con la normativa de costas y minimizando impactos ambientales.

El proyecto se desarrolla conforme a los requisitos de la normativa, garantizando que la modificación no cause impactos negativos significativos sobre el medio ambiente ni altere las condiciones de equilibrio del DPMT.

1.2. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular es:

UNMISTAKABLE CAPITAL SL

CIF: B72382021


Calle Bolivia, 6, 41740 Lebrija, Sevilla

1.3. ANÁLISIS DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO

El establecimiento "PLAYA VIRGEN" , se emplaza en la playa de la Costilla, en el municipio de Rota, provincia de Cádiz y en las coordenadas centrales ETRS89 30N X: 199132 Y: 4057940.



Denominación de la Playa: **Playa La Costilla**

	Datos base de la playa	Superficie total playa: 175996 m²	Características morfológicas	Tipo de playa: Urbana
		Perímetro: 14 m		Tipo de sedimento: Arena
		Longitud: 1389 m		D ₅₀ (emergido/sumergido) 0.31/0.21
		Anchura media: 127 m		Color arena: Dorada
		Anchura máxima: 152 m		Ajuste Dean (Aemergido/Asurgido): Alaja 0.1625'
		Anchura mínima: 83 m		Tipología: Abierta/Laja

La playa de La Costilla, es una de las dos playas urbanas, junto con la del Rompidillo, más importantes de Rota. Se extiende a lo largo del paseo marítimo del mismo nombre, con una longitud de casi dos kilómetros. Con una orientación ONO-ESE, la playa de la Costilla se encuentra situada entre el espigón junto a la glorieta José María Pemán y el final oeste del Paseo Marítimo. La playa se caracteriza por su paseo marítimo. Posee una gran superficie de arena seca, apoyada en su extremo izquierdo sobre un espigón de escollera.

- Superficie total: 175.996m²
- Longitud: 1.389 m
- Anchura media: 127 m
- Tipo sedimento: Arena
- Tipo de playa: Urbana
- D₅₀(emergido/sumergido): 0,31-0,21
- Clasificación: Abierta/laja
- Fondos: Arenoso

2 EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LA DINÁMICA COSTERA EN EL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO

La dinámica costera de la Playa de la Costilla en Rota (Cádiz) está influida por una combinación de factores naturales y antrópicos que determinan su morfología, estabilidad y evolución:

-Aportes fluviales y marinos: Aunque la zona no recibe directamente sedimentos de grandes ríos, las corrientes marinas y las mareas en la Bahía de Cádiz transportan arenas y limos, contribuyendo a la dinámica sedimentaria de la playa.

-Aportes eólicos: El viento juega un papel en la redistribución de sedimentos finos, especialmente en la zona del litoral más expuesta.

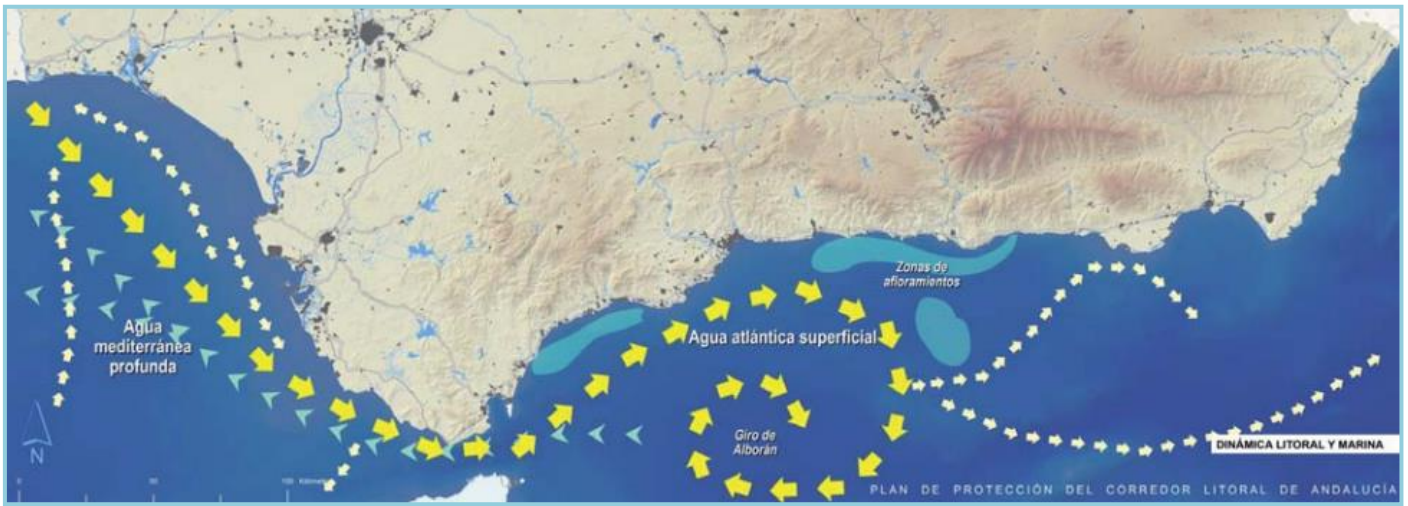
-Dinamismo de mareas y corrientes: La Playa de la Costilla está situada en una zona de influencia de mareas semi-diurnas, lo que genera un transporte continuo de sedimentos. La orientación de la costa y la proximidad del puerto deportivo de Rota pueden alterar la dinámica sedimentaria, favoreciendo la acumulación en algunas áreas y la erosión en otras. Predominantemente del suroeste (SW), generado por vientos atlánticos. Responsable del transporte litoral de sedimentos (deriva litoral), normalmente de oeste a este.

-Estructuras artificiales: Construcciones como el puerto, espigones y paseos marítimos pueden modificar la deriva litoral, alterando los patrones de depósito y erosión de la playa.



Diagrama de movimiento de los sedimentos mediante procesos hidráulicos y eólicos.

La alimentación sedimentaria de la playa no se produce fundamentalmente por los aportes del río Guadalquivir y otros arroyos, la mayoría es por aporte de sedimentos procedente de los materiales en suspensión que alcanzan esta playa debido a la deriva litoral dominante. No obstante, los sedimentos de origen marino y fluvial, aunque actualmente muy limitados por la escasez de aportes naturales.



Deriva Litoral en Cádiz. Fuente: Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía

Los principales usos costeros están relacionados con actividades turísticas. Se trata básicamente de usos urbanísticos, tanto dispersos (segundas viviendas) como Hoteles. Otros usos también habituales consisten en la explotación agrícola de los suelos (generalmente hasta el mismo borde de los acantilados).

En muchas ocasiones se trata de asentamientos ubicados en las zonas de «servidumbre» e «influencia» definidas por la vigente Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del Litoral y de modificación de la ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, para la determinación, protección, utilización, y policía del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y especialmente de la Rivera del Mar y tiene por finalidad la Protección del Dominio Público Marítimo-Terrestre y la Seguridad Jurídica.

2.1 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE LITORAL.

Las playas constituyen áreas de depósito de los sedimentos transportados por la deriva litoral (el transporte de los sedimentos descargados por los ríos que realiza el mar a lo largo de la costa).

El ambiente costero predominante (desde Chipiona a Rota), está representado por playas arenosas de distinta anchura y desarrollo, compuestas por arenas finas de cuarzo, que aumentan gradualmente su granulometría hacia el Sur. Las playas están limitadas hacia el interior por dunas y acantilados bajos. Las dunas, generalmente de unos 2 - 3 m de altura (aunque localmente pueden superar los 10 m), aparecen en Punta del Espíritu Santo, Punta Montijo y Punta Camarón, así como entre Punta Candor y Rota, donde están fijadas por un pinar de repoblación.

La alteración del régimen dinámico natural del transporte de sedimentos como consecuencia de distintas obras marítimas, como son principalmente espigones y puertos deportivos que han provocado una desestabilización del equilibrio sedimentario de las playas.

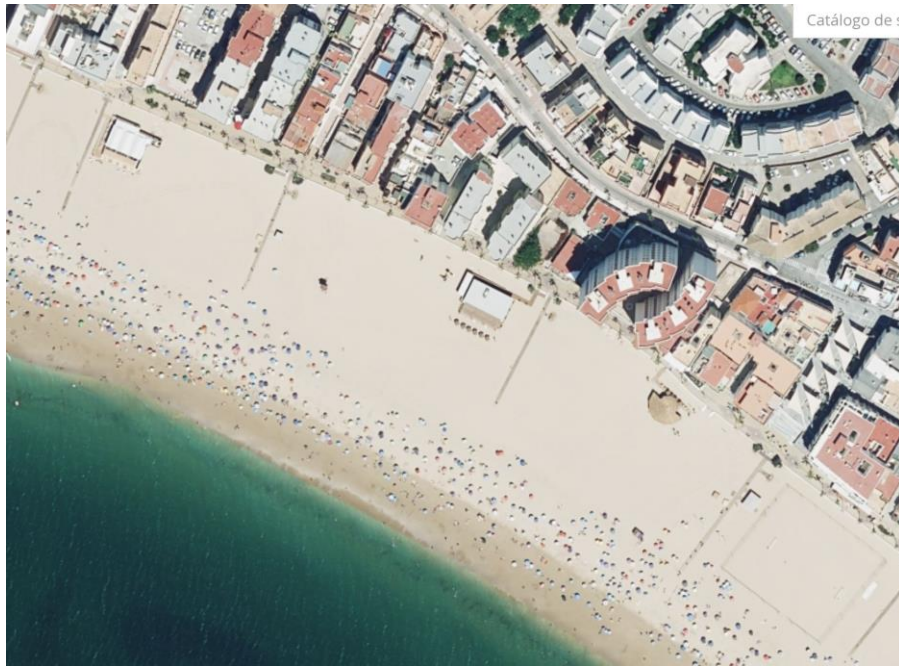


Imagen aérea de la Playa objeto del proyecto. FUENTE: Google y elaboración propia

La costa sur atlántica dibuja hacia el océano suaves relieves que se sumergen a través de una plataforma continental amplia y tendida de perfil llano. Las aguas costeras, aparecen aquí estratificadas en dos masas situadas a distinta profundidad y con características bien diferenciadas. Así, entre los 100 y 1000 metros se sitúa la capa denominada “Agua Central del Atlántico Norte” de salinidad baja y temperaturas situadas entre 16 y 19°C. A continuación, y situada sobre esta primera, se localiza la capa “Agua Superficial Atlántica” con una salinidad levemente superior, aunque moderada (36,2-36,4), y unas temperaturas más cálidas que la anterior.

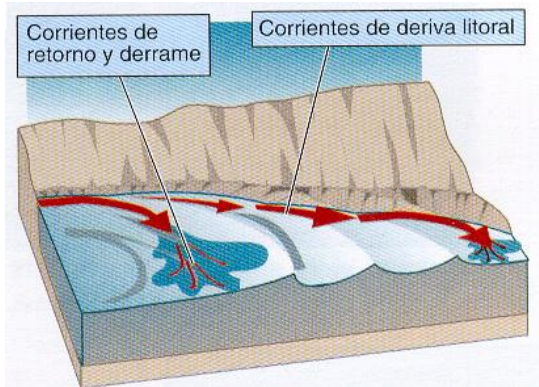
El oleaje es el principal agente responsable de la sedimentación y modelado de los depósitos costeros.



Esquema características del oleaje.

Los recursos sedimentarios fluviales que aportan arena al mar son muy escasos debido a la regulación de los ríos, la captación de agua y sedimento de ellos para usos diversos y de la impermeabilización de los tramos más próximos a la costa. Los aportes de materiales sedimentarios continentales en la playa se realizan a través de las rieras y de los torrentes situados más al norte. En zonas donde la vegetación natural ha sido degradada (terrenos urbanizados y de cultivo), los aportes se incrementan en volumen debido a la erosión más acusada que sufre la montaña. La

playa de la barrosa, dada la orientación general de su costa y el régimen del oleaje, la dinámica litoral en la zona corresponde a un transporte neto hacia el sur.



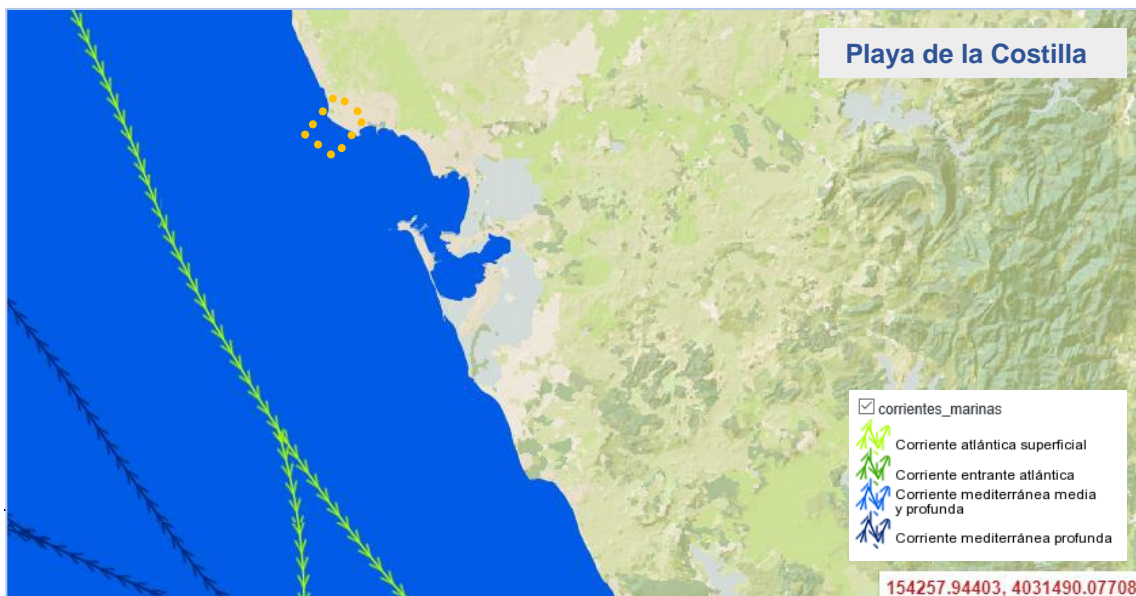
Las olas inciden oblicuamente a la costa amontonando una cantidad de agua que debe retornar al mar de alguna manera. Este exceso de agua sigue primero una dirección paralela a la costa que normalmente rompe hacia el mar formando una corriente rápida y estrecha que se derrama y disipa a cierta distancia de la costa.

Esquema de funcionamiento de la dinámica litoral.

La nueva fuente de arenas en las playas se basa fundamentalmente en las distintas regeneraciones artificiales que periódicamente reposan el déficit sedimentario de la propia playa.



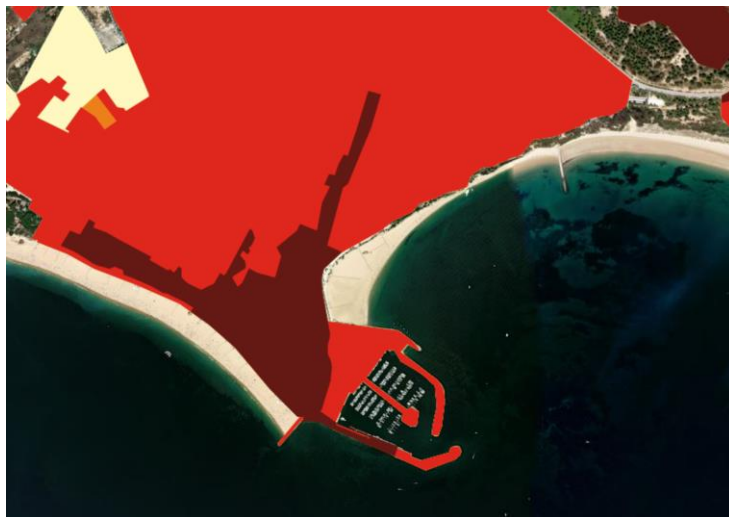
Deriva litoral en la zona de la playa de la Costilla. FUENTE: REDIAM



Corrientes marinas en la zona objeto de estudio. FUENTE: REDIAM

2.2 BALANCE SEDIMENTARIO Y EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA, TANTO ANTERIOR COMO PREVISIBLE

Los hábitats costeros dependen de un balance dinámico de entrada y salida de sedimentos para su buen funcionamiento, pero las actividades humanas pueden amenazar estos sistemas tanto aumentando como disminuyendo el balance final (Crain et al. 2009). La reducción de la cantidad de sedimentos que llega a la costa debido al represamiento de ríos, desvío de agua para regadío y extracción de áridos de los ríos es la causa del retroceso de los principales deltas del mundo, la erosión de la línea de costa, la amenaza de marismas, marjales y esteros, y el aumento de la salinidad en terrenos de cultivo y aguas subterráneas.



Presión urbanística. FUENTE: REDIAM



Tasa de erosión zona objeto estudio. FUENTE: REDIAM

Las tasas de erosión costera mostrada en la anterior imagen, caracteriza 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.

Se incluyen las tasas de erosión de toda la costa andaluza en puntos analizados cada 50 m de costa (REDIAM).

Los datos son representados mediante puntos de tamaño proporcional al valor de la tasa en cada caso (expresada en metros lineales) y son distribuidos a lo largo de una línea uniforme situada, para facilitar la lectura del mapa, a una distancia aproximada de 900m. de la línea de costa hacia el mar en la mayor parte de los tramos, si bien en ocasiones, donde la costa es especialmente sinuosa, algunos tramos se han representado tierra adentro para evitar la superposición de puntos

En el caso de estudio se trata de ambientes muy sensibles al ataque del oleaje y alcanzan una altura máxima de 10 metros en Punta Montijo. Al sur de Punta Camarón presentan unos 3-4 metros. Disminuyendo progresivamente si altura hacia el Sur hasta Punta Candor, donde son cubiertos por dunas remontantes. El retroceso secular de los acantilados ha dado origen a unas amplias plataformas rocosas de hasta 500 metros de anchura

En un estudio de balance sedimentario, realizado por GEHYM, todo este tramo de costa no recibe aportes directos del Río Guadalquivir, puesto que la laja rocosa que la separa de sus fondos parece impedir el trasvase eficaz de arena entre ambas. Únicamente puede producirse cierto aporte de sedimentos procedente de los materiales en suspensión que, durante las épocas de crecida del río, son depositados en esta zona en forma de finos.

Las playas de Regla y el Camarón tienen un equilibrio lateral sensiblemente estable, Sin embargo, hacia el Sur, la línea de costa evoluciona libre y aisladamente, en un proceso secular de retroceso, buscando la reducción de la energía del oleaje al abrigo de los fondos rocosos que quedan al descubierto según se retira la cobertura sedimentaria.

El transporte longitudinal aumenta progresivamente de norte a sur, con un valor medio de 15-20.000 m³/año en el centro de la playa de La Ballena, y de 20-30.000m³/año al final de la misma. Sin embargo, en Punta Pegina, el transporte se incrementa rápidamente, probablemente hasta los 30-35.000 m³/año, lo que es motivo de la elevada tasa de erosión de esta zona constatada en las fotografías aéreas.

Aunque el transporte longitudinal calculado parece ser bastante fiable, la pérdida de arena en la zona pudiera ser mayor en determinadas circunstancias, cuando los temporales fuertes atacan el perfil de arena y modifican su pendiente de equilibrio, pudiendo provocar pérdidas adicionales de arena hacia profundidades mayores.

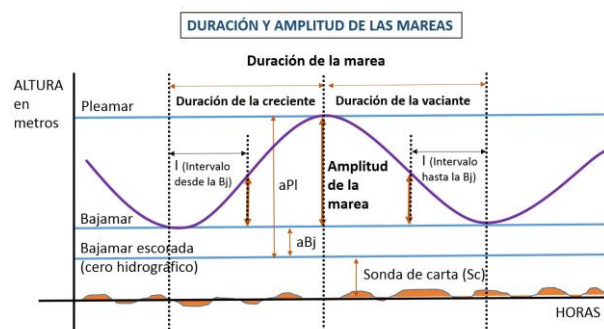


Dinámica Litoral correspondiente al tramo Chipiona-Rota. FUENTE: MITECO

La clasificación de Masselink y Short (1993) se basa en la morfodinámica de las playas, considerando la energía de las olas, la pendiente de la playa y la granulometría del sedimento.

Para la Playa de la Costilla, puede considerarse una playa intermedia, con comportamiento barred-beach / longshore bar and trough, caracterizada por una barra litoral poco definida, pendiente moderadamente suave, y dinámica estacional muy marcada. Durante los meses de invierno puede mostrar una tendencia hacia estados más dissipativos, mientras que en verano tiende a estabilizarse y mostrar morfologías más reflejadas y estables debido al bajo oleaje

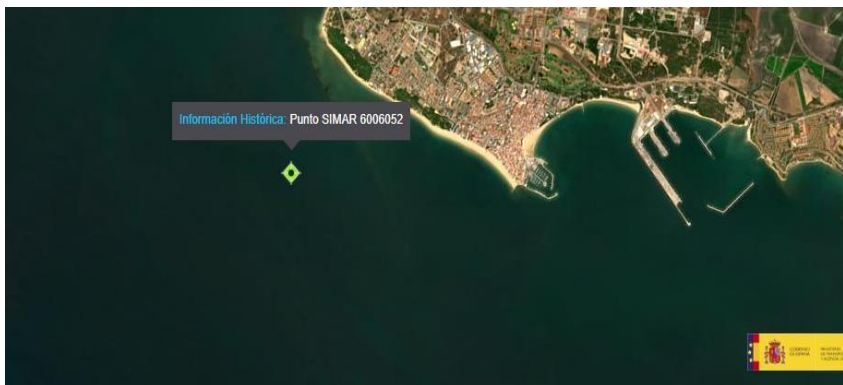
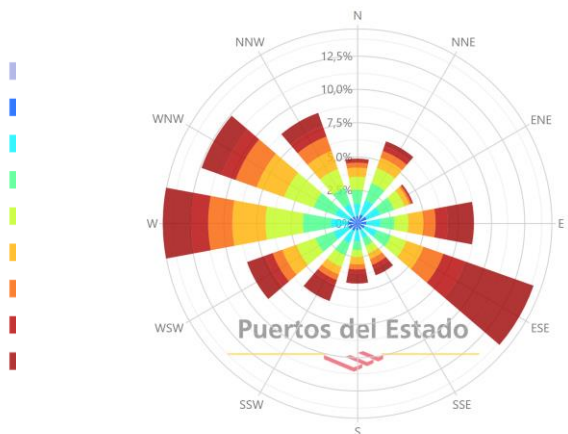
La altura de ola presentó un comportamiento estacional marcado. Los valores más altos se registraron en los meses invernales (noviembre a enero), seguidos del periodo primaveral (abril a mayo). Los valores más bajos se registraron en verano y en febrero y marzo. Las variaciones del periodo del oleaje fueron en general poco marcadas. Finalmente, las variaciones del rango mareal medio fueron mínimas, siendo el ambiente de estudio dominado por el oleaje.



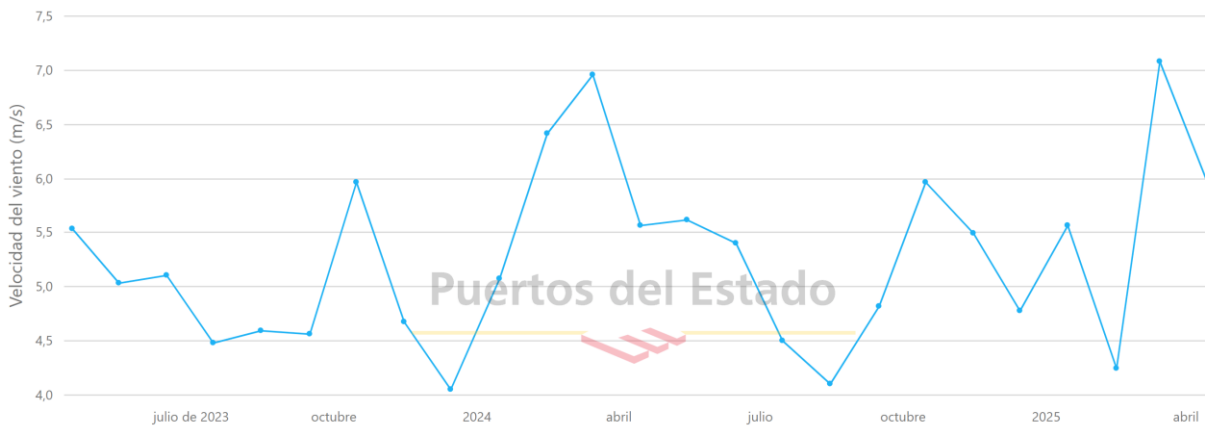
Variables que intervienen en el movimiento de la marea.

2.3 EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA EN LA PLAYA DE LA COSTILLA

La dimensión y la intensidad de las olas generadas por los vientos locales y del oleaje en alta mar, influyen decisivamente sobre la evolución de la línea de costa. Las direcciones más representativas son de WNW y de WSW. La primera genera una corriente costera de deriva litoral NW-SE en las playas fuera de la Bahía de Cádiz y la segunda, concentra las olas más eficaces de los temporales que son el origen de la erosión invernal de las playas e incluso de los cordones dunares.



Rosa de los vientos en velocidad media del viento en Zona objeto estudio. FUENTE: Puertos del Estado



Velocidad media del viento en zona objeto estudio. FUENTE: Puertos del Estado

Mes	Velocidad Media (m/s)	Dir °	Año	Día	Hora
Enero	15.72	248	2024	19	10
Febrero	19.12	219	2024	9	5
Marzo	19.35	211	2024	9	0
Abril	13.34	117	2024	19	11
Mayo	12.22	266	2024	15	16
Junio	11.67	118	2024	1	0
Julio	13.52	118	2024	29	0
Agosto	9.95	315	2024	13	23
Septiembre	12.91	279	2024	7	16
Octubre	14.73	202	2024	16	0
Noviembre	14.6	130	2024	24	9
Diciembre	13.33	108	2024	16	14

Eficacia: 99.73%		Altura Significante (m)												Total	
		<= 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.0 >		
Dir °	N	0.0	0.011	0.205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.217
	NE	45.0	-	0.046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.046
	E	90.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SE	135.0	-	0.240	1.564	0.594	0.023	-	-	-	-	-	-	-	2.420
	S	180.0	0.171	3.676	6.712	1.233	0.194	-	-	-	-	-	-	-	11.986
	SW	225.0	0.171	5.023	7.043	2.317	1.084	0.799	0.708	0.616	0.422	0.091	0.091	0.046	18.413
	W	270.0	0.126	15.000	33.596	11.655	2.911	1.039	0.662	0.559	0.171	-	-	-	65.719
	NW	315.0	0.034	0.548	0.559	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	1.199
Total			0.514	24.737	49.475	15.856	4.212	1.838	1.370	1.176	0.594	0.091	0.091	0.046	100%

Intensidad viento y Altura significativa de oleaje en zona objeto estudio. FUENTE: Puertos del Estado

Los ritmos y tendencias erosivas varían mucho a lo largo de la zona estudiada. Debido a diversas causas. Aparte de las tendencias recientes de ascenso del nivel del mar, la principal causa de erosión costera en el Golfo de Cádiz es la construcción de embalses en las cuencas fluviales que vierte a esta costa (Guadiana, Guadalquivir y Guadalete, fundamentalmente), a lo largo de los años setenta a noventa, que por retención de sedimento han producido una disminución importante de los aportes de áridos. En consecuencia, el retroceso costero fue inicialmente lento en los años sesenta, pero se aceleró progresivamente hacia los ochenta, llevando a una erosión generalizada. Las diferentes velocidades de retroceso registradas dependen normalmente de factores locales, como los distintos procesos de asomeramiento del oleaje, intervenciones antrópicas, etc. En general, las tendencias progradantes se restringen únicamente a pequeñas ensenadas aisladas, a los extremos libres de flechas o a los lados acumulativos de algunos diques y espigones.

Los principales usos costeros están relacionados con actividades turísticas. Se trata básicamente de usos urbanísticos, tanto dispersos (segundas viviendas) como concentrados en urbanizaciones turísticas concretas (como Costa Ballena, entre Chipiona y Rota). Otros usos también habituales consisten en la explotación agrícola de los suelos (generalmente hasta el mismo borde los acantilados). Finalmente, de manera mucho más puntual existe también usos pesqueros, industriales, militares y re-creativos. La mayor parte de estas actividades e instalaciones se encuentran en

actualidad sometidas a riesgo de erosión, que en algunos casos se manifiesta en forma pérdidas y daños de diversa cuantía.

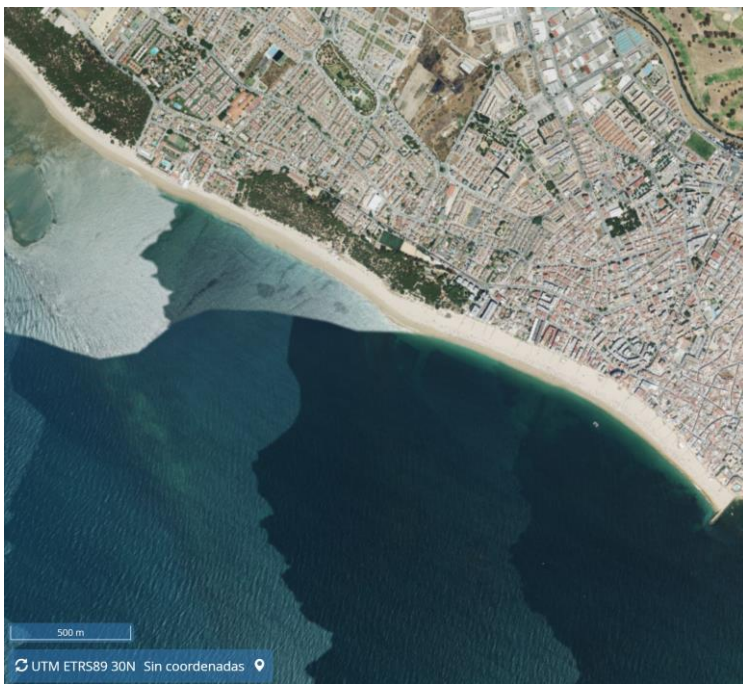
La costa entre Sanlúcar de Barrameda y Rota constituye un litoral muy vulnerable al retroceso costero. Esta alta vulnerabilidad se debe no sólo a las generalmente altas tasas de retroceso erosivo de la línea de costa, relacionadas con la orientación de dicho tramo y su exposición a los temporales energéticos atlánticos, así como con la disminución de aportes sedimentarios del río Guadalquivir en las últimas décadas, sino especialmente a la ocupación urbanística de distintos puntos que hace aumentar considerablemente las pérdidas económicas potenciales ligadas a la erosión.

La línea de costa presenta orientación NNO-SSE y es aparentemente homogénea: en la playa seca y en el intermareal alto y medio no hay salientes rocosos notables que interrumpen la deriva litoral. Las plataformas rocosas forman salientes niveles medio-bajos del intermareal, muy extensos en Punta Camarón y Punta Candor.

Existe un ambiente dunar importante, desde punta Candor hasta la playa de La Costilla (Rota), constituye un subsector de características y comportamiento diferentes, especialmente por su orientación ONO-ESE.

En los municipios de Chipiona y en Rota, se construyeron dos pequeños espigones, así como un rompeolas sumergido en Chipiona para bloquear el transporte sedimentario longitudinal y provocar la acumulación de arena en playas urbanas regeneradas artificialmente (Anfuso et al., 2001).

La zona entre Punta Candor y la playa de La Costilla. Se caracteriza por un cambio en la orientación de la línea de costa, que se desarrolla en dirección NO-SE. Se trata de una celda acumulativa con velocidades de avance en el pie de duna que aumentan hacia el sur, ligados a la acción de la deriva dominante y al transporte eólico que originan los vientos de levante, responsables además de una cierta deriva litoral hacia el NO. Esta segunda deriva, más importante en este tramo de litoral que en el resto debido a la orientación de la línea de costa, transporta sedimentos desde el SE hasta la playa de Piedras Gordas, dando lugar a los sistemas dunares más desarrollados de la zona.

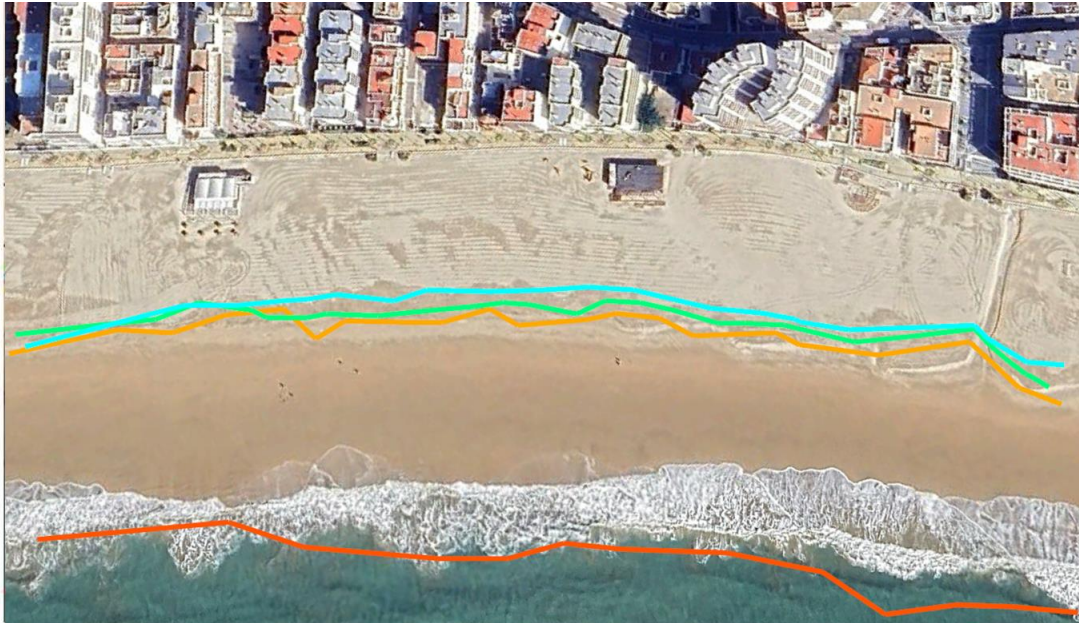


Ortofotos que muestran de evolución de la línea de costa en la playa en los años 1956 y 2021. FUENTE: REDIAM



Posición de la costa respecto al urbano e Infraestructuras costeras. FUENTE: REDIAM

2.4 EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

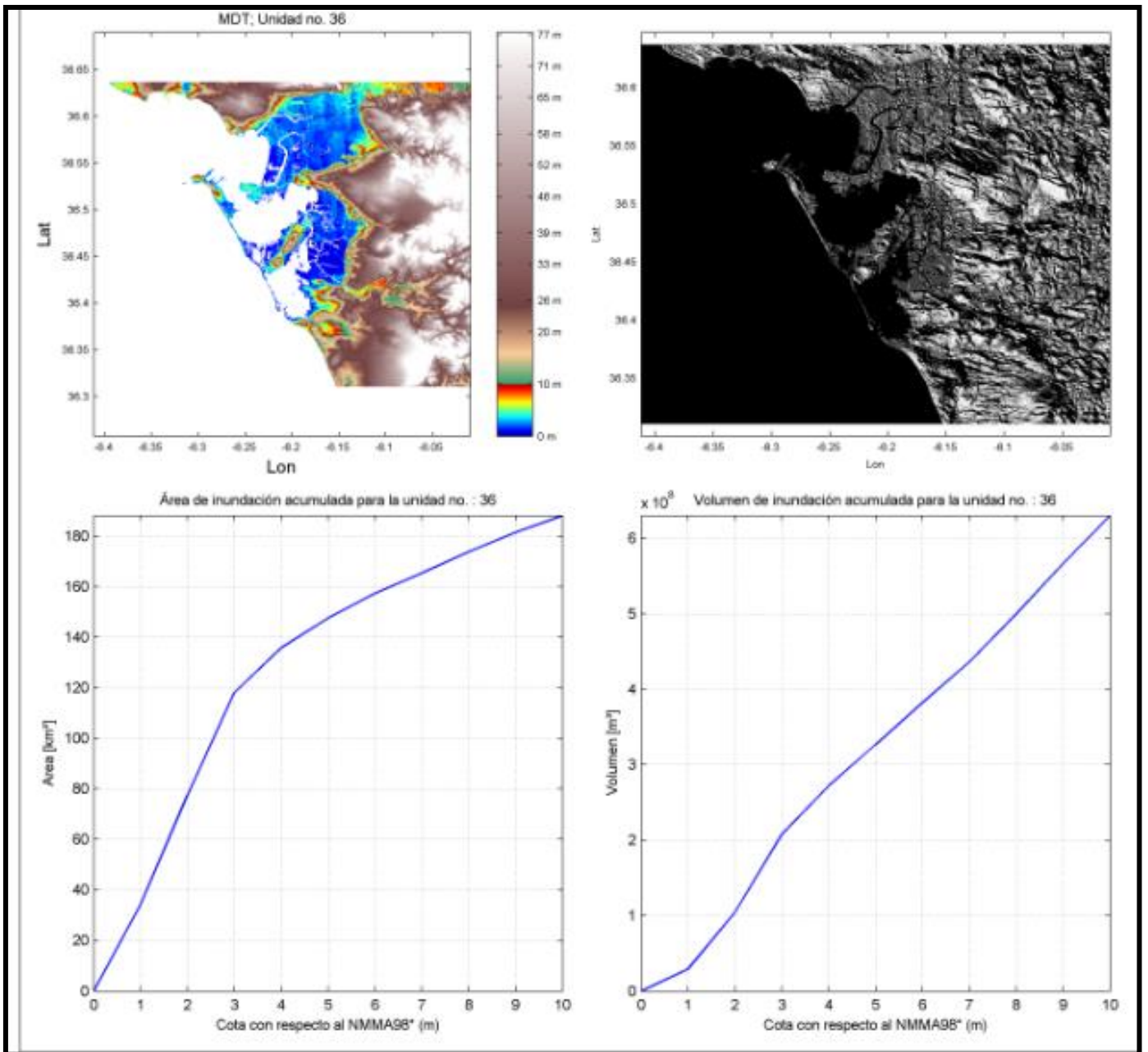


MAREAS MENSUALES

- Marea alta actual
- Marea baja actual

MAREAS VIVAS EQUINOCCIALES

- Marea alta equinoccial actual
- Marea alta estimada 2030



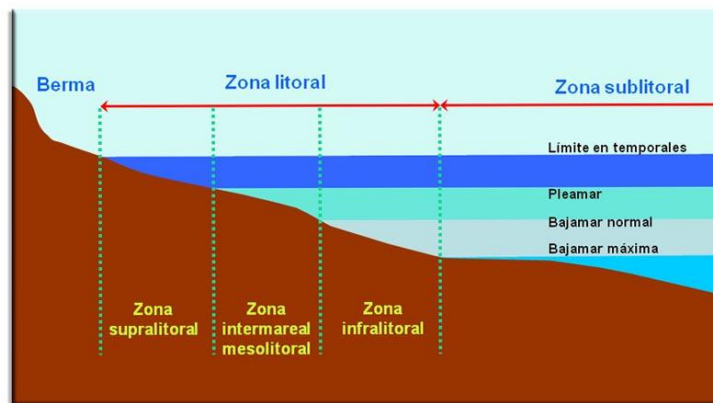
Ficha de Exposición estimada a la inundación de la zona objeto de estudio

2.5 PERFIL DE EQUILIBRIO

En el estudio y seguimiento de playas se asume, de forma implícita, una hipótesis simplificativa considerando como modos de transporte independientes el transporte transversal y longitudinal de sedimentos. Esta simplificación permite introducir dos conceptos morfológicos importantes: la forma en planta y el perfil de playa.

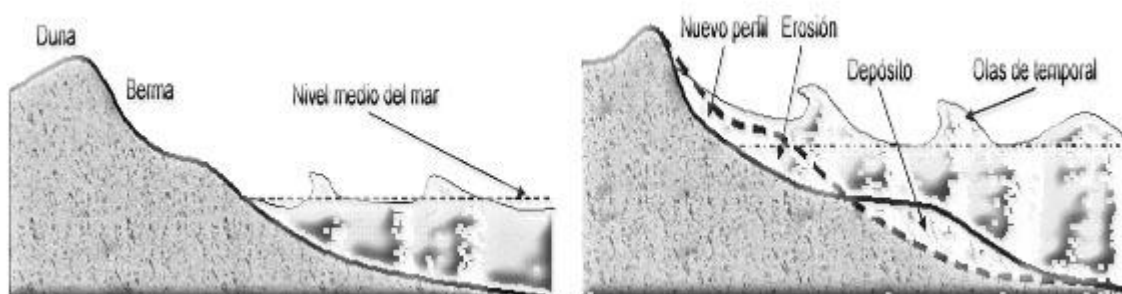
El perfil de playa es la base tanto para modelos hidrodinámicos que contemplan la evolución del oleaje durante el asomeramiento y rotura, el origen y generación de las corrientes costeras y el transporte de sedimento asociado, como para modelos morfodinámicos donde se analiza la evolución morfológica de la playa o los cambios en la línea de costa.

El perfil de playa puede presentar morfologías variadas a lo largo de la costa, y a lo largo del año. Sin embargo, todos los perfiles mantienen una tendencia general similar, con una mayor pendiente en la zona cercana a la línea de costa y una disminución progresiva de dicha pendiente hacia mar adentro.



Perfil teórico de la morfología de una playa.

El concepto de perfil de equilibrio es una herramienta útil en el estudio de la morfodinámica de playas. En el estudio y seguimiento temporal de una playa, permite cuantificar los cambios morfológicos de primer orden que sufre la misma durante el período de muestreo, fundamentalmente variaciones en la pendiente y en el grado de concavidad del perfil. De este modo, podemos establecer la relación de causalidad entre la morfología del perfil y las condiciones hidrodinámicas (variaciones de altura de ola y período) y sedimentológicas (granulometría y textura) que determinan dicha morfología. Las correlaciones obtenidas confieren una capacidad predictiva al perfil de equilibrio que lo ha convertido en una herramienta fundamental en el ámbito de la gestión del litoral.



El perfil de playa de la Costilla, puede variar dependiendo de las condiciones meteorológicas, las mareas, el oleaje y otros factores que afectan su morfología costera. En términos generales, el perfil de playa de esta zona tiene algunas características:

Zona de Playa Baja (Infraestructura de la Playa):

-Pendiente moderada a baja: La playa de la Costilla tiene una pendiente moderada que aumenta ligeramente en zonas cercanas a la orilla. Esto es típico de playas con mareas semi-diurnas y olas de energía moderada.

-Arena fina a media: Los sedimentos en la playa son principalmente arenosos, con grano fino a medio, lo que facilita el transporte de sedimentos por las olas y las corrientes.

-Zonas de acumulación y erosión: La playa presenta zonas de acumulación de arena en su parte más alejada de la línea de agua, mientras que en la parte más cercana a la orilla, en ciertas épocas del año, puede haber mayor erosión, especialmente durante fenómenos de temporal o mareas vivas.

Zona de Rompiente (Aguas más cercanas a la Orilla):

-Olas de baja a moderada altura: El oleaje en esta zona no es especialmente fuerte debido a la protección de la Bahía de Cádiz, aunque se producen rompientes durante ciertos periodos de viento y temporal.

-Barras de arena: Es común encontrar formaciones de barras submareales o barras transversales en la zona de rompiente, formadas por la acumulación de arena movida por el oleaje. Estas formaciones son típicas de playas con dinámicas de mareas y fuerte variabilidad de oleaje.

Zona Intermareal y de Acumulación:

Zona más estable: La parte superior de la playa (más alejada de la línea de agua) presenta una mayor estabilidad, ya que las olas no alcanzan esta zona en su mayoría. Esta área es donde se encuentran la instalación y paseo marítimo, y es la que normalmente mantiene su perfil intacto durante la mayor parte del año.

Efecto estacional:

En invierno, cuando los vientos del norte y noroeste son más fuertes, la playa puede experimentar más erosión debido a las olas de mayor energía. En el verano, el perfil suele ser más estable y la playa tiende a acumular más arena debido a las olas más suaves y el menor impacto de vientos fuertes.

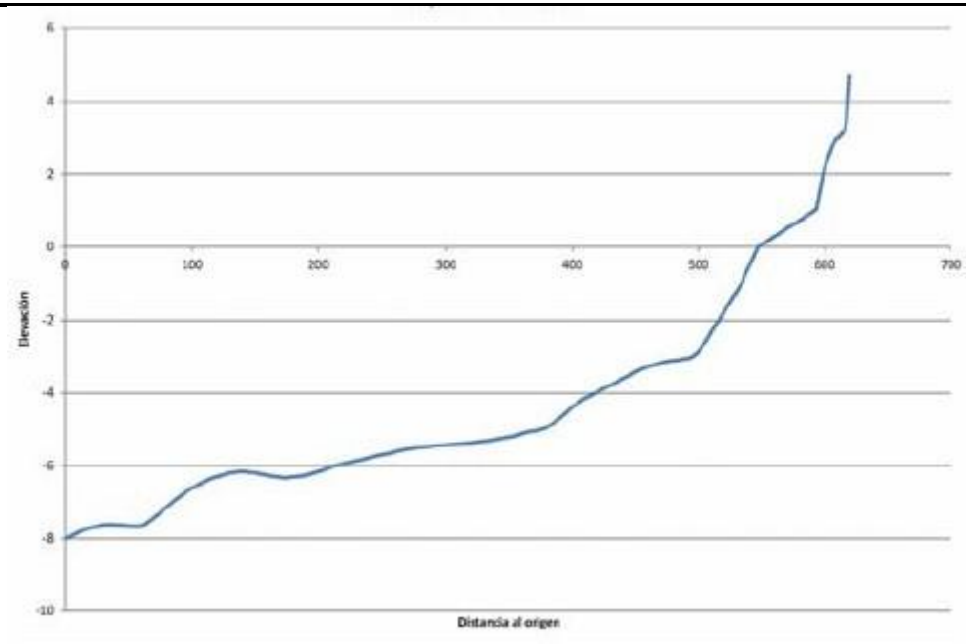
Resumen del perfil:

-Pendiente: Moderada a baja.

-Grano de arena: Fino a medio.

-Zona de rompiente: Formaciones de barras de arena.

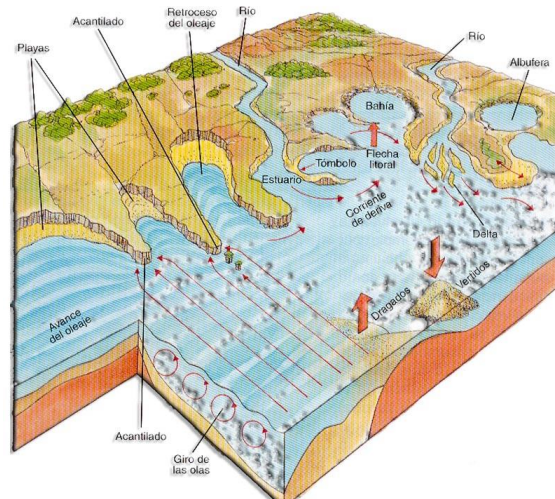
-Zona de acumulación: Estabilidad en la parte alta de la playa.



Perfil teórico de la morfología de una playa.

2.6 CLIMA MARÍTIMO INCLUYENDO ESTADÍSTICAS DE OLAJE Y TEMPORALES DIRECCIONALES Y ESCALARES

Las olas que se desarrollan son de pequeña altura debido a la corta distancia que recorren en su formación. A pesar de ello, ocasionan una deriva litoral considerable, como se manifiesta por ejemplo en las grandes dunas formadas en las ensenadas de Bolonia y Valdevaqueros, al abrigo de los vientos de poniente. El oleaje del suroeste, en cambio, está producido por los vientos de poniente. Esta circunstancia provoca un régimen de olas de mayor magnitud, resultado de los grandes temporales del oeste generados mar adentro. Las olas, creadas por el viento, pueden recorrer varios miles de kilómetros, llegando a las costas atlánticas con menor frecuencia, pero con mucha más intensidad que el oleaje del sureste.



Esquema de formación de olas y dinámica litoral que conforman los diferentes elementos del litoral.

Las mareas tienen mucha mayor amplitud en el Golfo de Cádiz que en el Mediterráneo. Las costas atlánticas están afectadas por la dinámica general de las aguas del golfo de Cádiz y por la fuerte influencia mareal. En el Golfo de Cádiz se localizan tres llanuras abisales localizadas a profundidades superiores a los 4.300 m y separadas por montañas submarinas. El flujo de las aguas Atlánticas afecta a las características oceanográficas de las aguas superficiales en el Golfo y juega un importante papel en la regulación de la circulación en la cuenca Mediterránea.

Las mareas son típicamente atlánticas en el entorno del Golfo de Cádiz, tanto en su amplitud como fases, son similares desde la desembocadura del Guadalquivir hasta Sancti Petri. Las componentes armónicas obtenidas nos indican una predominancia de las componentes semi diurnas, siguiendo en importancia las diurnas.

Ahora bien, estos desfases no son siempre los mismos y varían en función de coeficientes de marea y otros parámetros. El nivel medio del mar local presenta un desnivel de 3,4 cm entre Cádiz y Tarifa, factor básico para la generación de las grandes corrientes marinas que se presentan en la zona de Barbate y Valdevaqueros.

El oleaje del Golfo de Cádiz está fuertemente gobernado por la configuración del Estrecho de Gibraltar y la protección que proporciona el Cabo de San Vicente frente a los oleajes energéticos del noroeste. En invierno los oleajes dominantes y más energéticos provienen del noroeste (borrascas noratlánticas), mientras que en verano los vientos de levante generan oleajes de corto período que llegan a las costas de Huelva con dirección sureste

El oleaje de la Playa de la Costilla, ubicada en la costa de Rota (Cádiz), está influenciado por diversos factores, principalmente la orientación de la playa y su ubicación en la Bahía de Cádiz, una zona protegida del viento y las olas del océano abierto. Sin embargo, su exposición a las condiciones del mar de la bahía y el Golfo de Cádiz genera una dinámica interesante:

-El oleaje en la Playa es predominantemente de dirección suroeste (sur-oeste), aunque puede haber variaciones dependiendo de la meteorología y la dirección del viento. Las olas pueden ser de energía moderada a baja, principalmente debido a la protección de la bahía, aunque las condiciones pueden cambiar con vientos fuertes.

-En invierno, los vientos del noroeste o oeste suelen generar olas más grandes, mientras que en primavera y verano los vientos predominantes son más suaves y las olas tienden a ser más pequeñas. Las condiciones de mar en la playa de la Costilla son generalmente más tranquilas durante la temporada alta de verano.

-Las olas en esta zona generalmente son de entre 0.5 y 2 metros de altura, con picos más altos en días de temporal o cuando soplan vientos fuertes desde el suroeste. La intensidad del oleaje varía considerablemente según las condiciones meteorológicas locales y estacionales.

-La Bahía de Cádiz actúa como una especie de barrera natural, suavizando el impacto de las olas provenientes del mar abierto. Esto hace que el oleaje en la playa sea

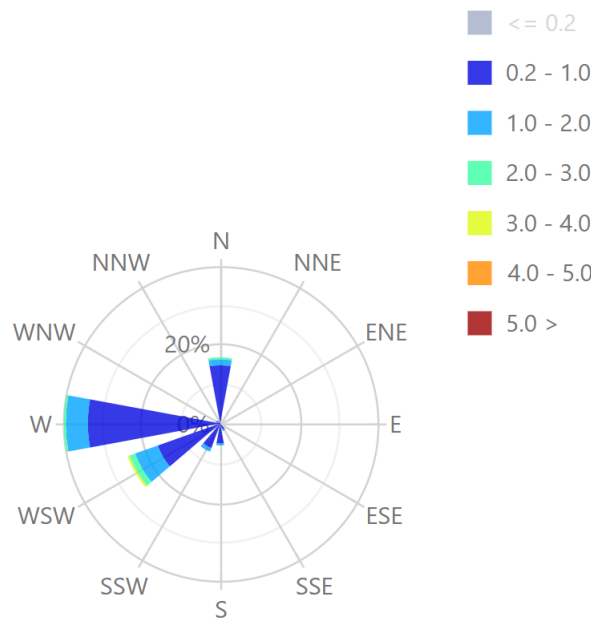
generalmente menos intenso en comparación con otras playas del litoral atlántico más expuestas.

-El puerto deportivo de Rota también tiene influencia en las condiciones del oleaje, ya que la estructura puede modificar la dinámica de las olas cercanas, creando zonas con menor agitación en las proximidades del puerto y el espigón.

	parámetro	dato estadístico	año 2025
OLEAJE	Hs (m)	media	1
		desviación	0,077
	Hs95% (m)	media	2,18
		desviación	0,278
	Hs12 (m)	media	3,943
		desviación	0,686
	Tp (s)	media	7,414
		desviación	0,291
	FE (kW/m)	media	2,998
		desviación	0,797
	Dir FE (°)	media	236,582
		desviación	6,101
	Hs extremal (m)	Hs50	5,744
		umbral	3,578
		Media escala Pareto	0,69
		Desv escala Pareto	0,085
Media Forma Pareto		-0,185	
Desv Forma Pareto		0,136	
Poisson Media		2,178	
Poisson Desv		0,189	

Estadística de oleaje y temporales del área objeto de estudio.

Rosa de Altura Signifi...
Periodo: 2005 - 2025 - Eficac...

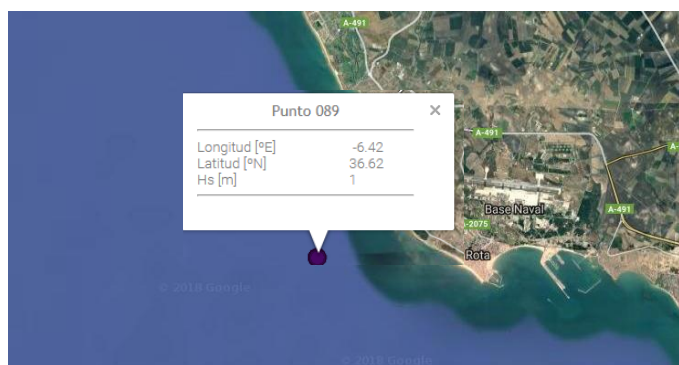


Eficacia: 99.73%		Altura Significante (m)												Total	
		<= 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.0 >		
Dir °	N	0.0	0.011	0.205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.217
	NE	45.0	-	0.046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.046
	E	90.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SE	135.0	-	0.240	1.564	0.594	0.023	-	-	-	-	-	-	-	2.420
	S	180.0	0.171	3.676	6.712	1.233	0.194	-	-	-	-	-	-	-	11.986
	SW	225.0	0.171	5.023	7.043	2.317	1.084	0.799	0.708	0.616	0.422	0.091	0.091	0.046	18.413
	W	270.0	0.126	15.000	33.596	11.655	2.911	1.039	0.662	0.559	0.171	-	-	-	65.719
	NW	315.0	0.034	0.548	0.559	0.057	-	-	-	-	-	-	-	-	1.199
Total			0.514	24.737	49.475	15.856	4.212	1.838	1.370	1.176	0.594	0.091	0.091	0.046	100%

Rosa del oleaje y altura significativa zona objeto estudio. FUENTE: Puertos del Estado

2.7 DINÁMICA RESULTANTES DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En este apartado debemos dejar patente la necesidad de plantear las proyecciones de crecimiento y desarrollo actuales para poder postular escenarios futuros. Como se representan en la figura posterior. Teniendo en cuenta los valores pertenecientes a los parámetros: viento, oleaje y nivel del mar para la zona objeto de estudio, desde la actualidad hasta 2050.



		Histórico				
		Actualidad	2030	2040	2050	
VIENTO	PW(W/m2)	media	253,088	-4,984	-6,17	-7,357
		desviación	31,704	6,085	7,534	8,982
OLEAJE	Hs (m)	media	1	0	-0,001	-0,001
		desviación	0,077	0,009	0,011	0,013
	Hs95% (m)	media	2,18	-0,027	-0,033	-0,039
		desviación	0,278	0,008	0,009	0,011
	Hs12 (m)	media	3,943	-0,032	-0,039	-0,047
		desviación	0,686	-0,011	-0,014	-0,016
	Tp (s)	media	7,414	0,071	0,088	0,105
		desviación	0,291	-0,056	-0,069	-0,082
	FE (kW/m)	media	2,998	-0,038	-0,048	-0,057
		desviación	0,797	0,022	0,027	0,032
	Dir FE (°)	media	236,582	0,222	0,275	0,328
		desviación	6,101	-3,615	-4,475	-5,336
	Hs extremal (m)	Hs50	5,744	0	0	0
		umbral	3,578	-	-	-
		Media escala Pareto	0,69	0	0	0
		Desv escala Pareto	0,085	0	0	0
Media Forma Pareto		-0,185	-	-	-	
Desv Forma Pareto		0,136	-	-	-	
Poisson Media		2,178	0	0	0	
Poisson Desv		0,189	0	0	0	
NIVEL DEL MAR	Referencia Alicante (cm)	31,812	-	-	-	
	Rango marea (cm)	344,833	-	-	-	
	MSL (cm)	Media	2,955	1,87	4,394	7,124
		desviación	0,438	0	0,004	0,016
	MM95% (cm)	Media	6,032	-1,553	-1,923	-2,293
		desviación	3,165	0,285	0,353	0,421
	MM extremal (m)	MM50	0,421	0	0	0
		umbral	0,209	-	-	-
		Media escala Pareto	0,083	0	0	0
		Desv escala Pareto	0,074	0	0	0
		Media Forma Pareto	-0,29	-	-	-
		Desv Forma Pareto	0,094	-	-	-
Poisson Media		2,131	0	0	0	
Poisson Desv		0,187	0	0	0	

Tabla de parámetros fundamentales para el estudio de la dinámica costera en la zona objeto de estudio. FUENTE: OECC.

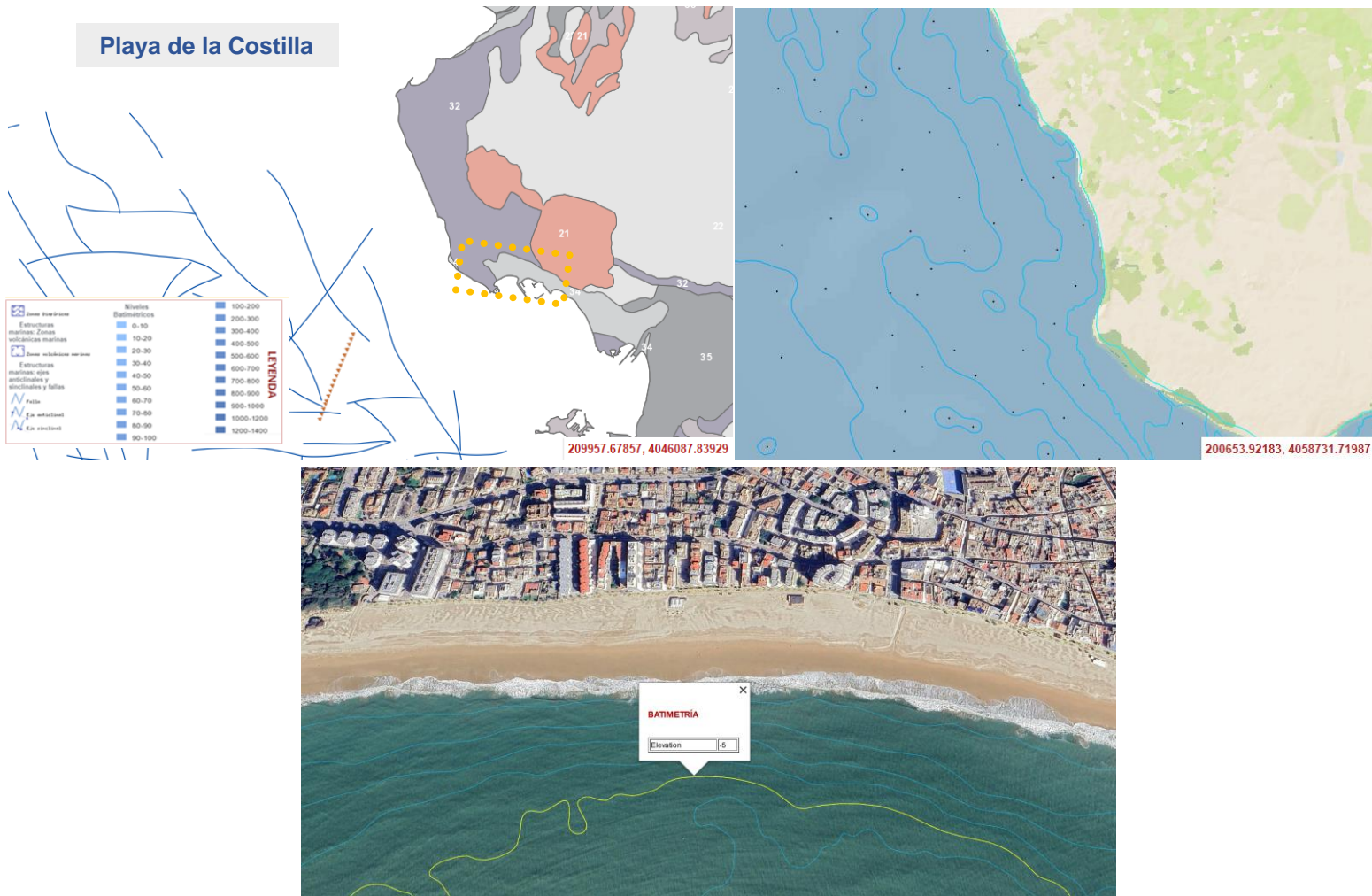
2.8 BATIMETRÍA, FORMA DE EQUILIBRIO, PLANTA Y TRAMO DE COSTAS

A continuación, se exponen varios mapas temáticos que representan los perfiles batimétricos de la zona de estudio:

Batimetría general

La playa de la Costilla presenta un perfil batimétrico que oscila de 0-100 metros de profundidad.

Playa de la Costilla



Niveles batimétricos y estructuras marinas en la zona de estudio. FUENTE: REDIAM

2.9 NATURALEZA GEOLÓGICA DE LOS FONDOS

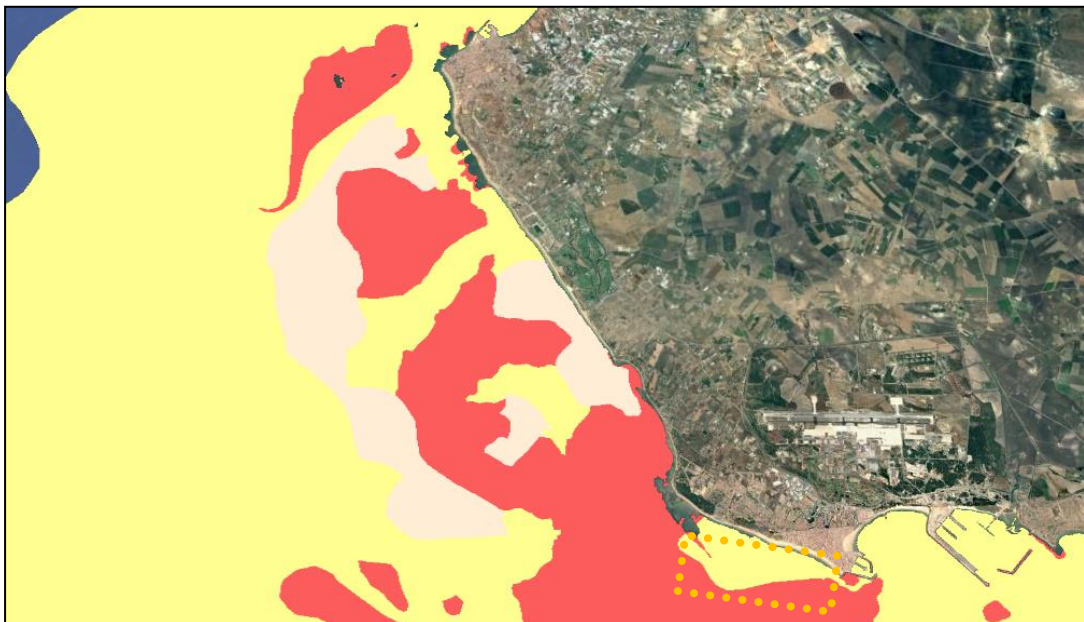
Geológicamente, la playa de la Costilla es una depresión Postorogénica, de tipo Campo dunar-Playa y parte de antiguas terraza.



Edad geológica de la Playa. Depresión Postorogénica FUENTE: REDIAM

En lo referente a la morfología de los fondos marinos de la playa de la Costilla, se diferencia 2 clases diferentes:

- Fundamentalmente Afloramientos rocosos masivos y
- Sedimentos no consolidados muy finos.



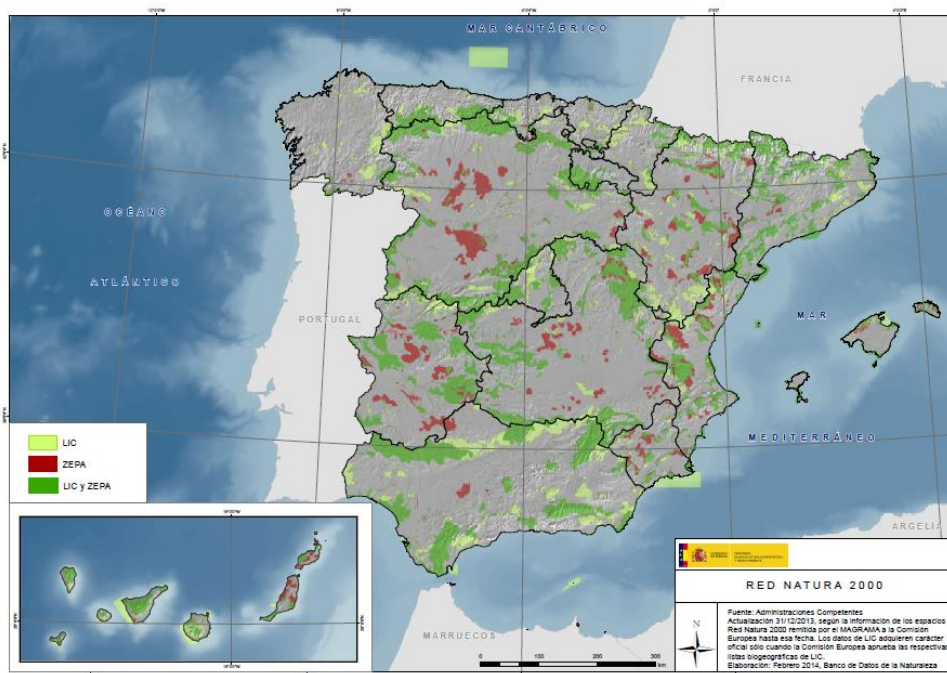
Morfología de la zona. FUENTE: REDIAM

Por último, es de especial interés el mapa que se muestra a continuación referente a la fisiografía que encontramos en la zona objeto de estudio.



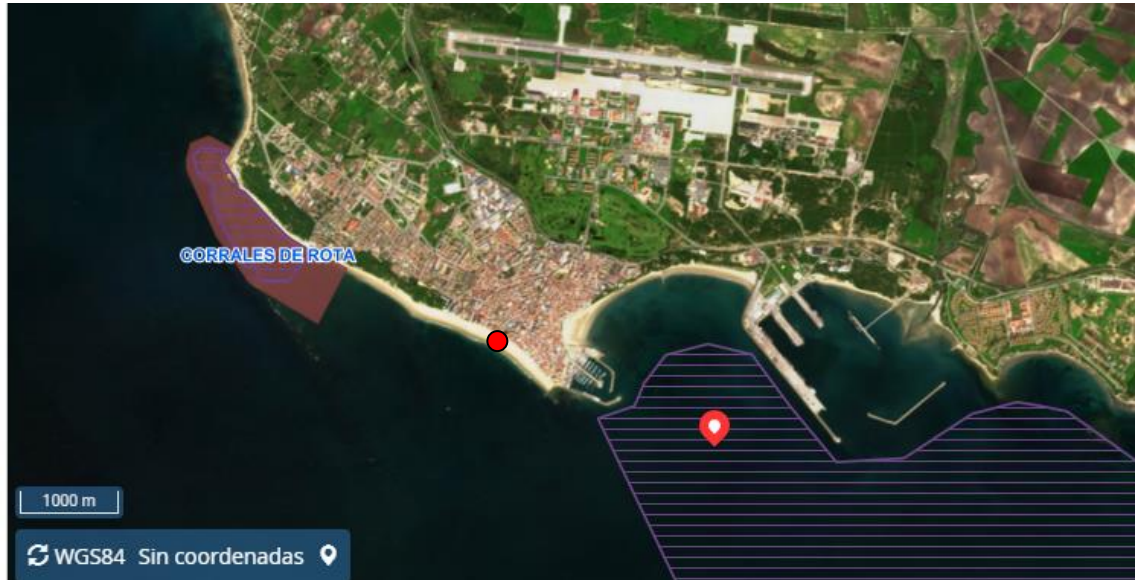
2.10 CONDICIONES DE LA BIOSFERA SUBMARINA Y EFECTOS SOBRE LA MISMA DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS EN LA FORMA QUE SEÑALA EL ARTÍCULO 88

En el presente proyecto no procede, puesto que el área objeto de estudio no afecta a Red Natura 2000, ni a ninguna otra figura de protección ambiental de similar importancia, por lo que no es necesario incluir estudio bionómico referido al ámbito de actuación.



El espacio protegido más cercano se encuentra a más de un kilómetro. Este espacio es el denominado Corrales de Rota.

También hay que mencionar los fondos submarinos de la Bahía de Cádiz que se encuentran alejados de la zona objeto de estudio.



Mapa Red Natura 2000 y espacios protegidos más cercanos. FUENTE REDIAM

2.11 RECURSOS DISPONIBLES DE ÁRIDOS Y CANTERAS Y SU IDONEIDAD, PREVISIÓN DE DRAGADOS O TRASVASES DE ARENAS

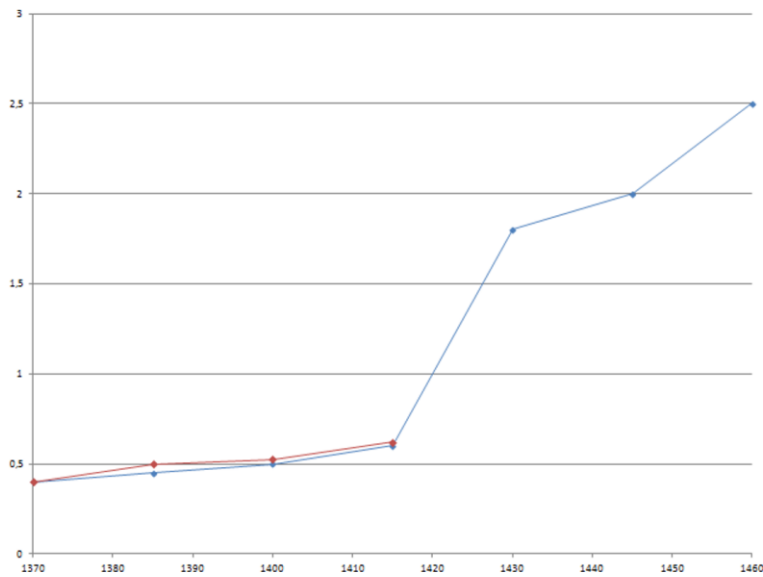
En el área de estudio que se enmarca en el presente estudio básico no existe previsión de dragado o trasvase de arenas, por lo que no procede, y recomendamos que éste área nunca sea objeto de esta materia, pues el impacto causado en la zona sería severo

2.12 PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS.

Directamente, debido a la ubicación de la instalación denominada “Playa Virgen” sobre el acantilado, éste no afecta a la acumulación de arena en la playa baja, ya que no interrumpe las corrientes litorales ni el transporte sedimentario.

No obstante, se recomienda realizar un estudio específico y detallado en tiempo real del litoral para estimar la dinámica exacta de los sedimentos, verificando así los resultados obtenidos mediante este estudio básico de dinámica.

En base a los datos analizados, se estima que no habría acumulación de sedimentos relevante, justo en la zona donde se enclava el establecimiento. En la época estival los sedimentos se acumulan básicamente por la acción del viento, con lo que los sedimentos al encontrar un obstáculo en su camino, se retienen y no siguen su camino convencional hacia la duna, no siendo este caso por la ubicación elevada del establecimiento.



Perfil de equilibrio FUENTE Elaboración propia

2.13 PROPUESTA PARA LA MINIMIZACIÓN, EN SU CASO, DE LA INCIDENCIA DE LAS OBRAS Y POSIBLES MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.

El concesionario se compromete a:

GESTIÓN DE RESIDUOS

El desarrollo de buenas prácticas medioambientales, entre ellas una correcta gestión de los residuos, no sólo beneficia a las empresas del sector hostelero, sino que también es positivo para los trabajadores, el entorno y la sociedad en su conjunto.

La asimilación y puesta en marcha de estas acciones permite a la empresa disponer de un diferencial competitivo y un atractivo mayor ante el consumidor, que puede traducirse en ventajas comerciales y nuevas oportunidades de mercado. También es beneficioso en términos de disminución de costes de operación, así como en la mejora de las condiciones laborales de sus trabajadores, que ejercerán su actividad en un entorno más atractivo y con menos riesgos para la salud.

Un modelo de turismo sostenible evitará el agotamiento de los recursos naturales e impedirá la contaminación del agua, el suelo, los bosques y el aire que respiramos. Un entorno sano es mejor calidad de vida para todos y un respeto por nuestro legado artístico, cultural y gastronómico, elementos fundamentales de nuestra industria hostelera.

RECICLADO

-Minimizar el embalaje de productos, promocionando el uso de materiales ambientalmente correctos como bolsas de papel reciclado, cajas de madera, etc.

-Fomentar la separación de los distintos residuos entre los clientes poniendo a disposición papeleras con varios compartimentos.

-Reducir y/o eliminar los plásticos de un solo uso

BUENAS PRÁCTICAS EN LA COCINA

Evitar la utilización de papel de aluminio o de film transparente para el mantenimiento de comida preparada, usar en su lugar fiambreras u otro tipo de recipiente que no provoque residuos (los film arrastran parte de la comida cuando son retirados), y que se puedan reutilizar.

-No verter el aceite usado al desagüe, si no se puede proceder a su transporte a un punto limpio o si no se dispone de un contenedor para su posterior recogida, se debe arrojar a la basura en un tarro de vidrio cerrado.

-Cuando se cocina, se consigue un ahorro de energía tapando los recipientes y apagando los fuegos 10 minutos (si es cocina eléctrica) antes para aprovechar el calor.

-Minimizar el tiempo de precalentamiento del horno y mantener la puerta cerrada.

-Tener en cuenta los límites de emisión de humos.

-Para ahorrar agua en la cocina se considera necesario procurar tener los alimentos limpios para evitar lavarlos con agua en continuo, es mejor utilizar un barreño y lavar más de una pieza a la vez.

GESTIÓN DEL AGUA

Las siguientes acciones podrían ayudar a reducir el consumo innecesario de agua y evitar que sea contaminada con productos de limpieza químicamente agresivos:

-Cerrar los grifos cuando están abiertos innecesariamente y mantenerlos en buen estado para evitar fugas.

-Instalar dosificadores dentro de los grifos, ya que ayudan a reducir el flujo de agua añadiendo aire oxigenado y aumentando la presión.

-Regular la temperatura atendiendo a las necesidades y a las prescripciones sanitarias, así se ahorrará agua y energía.

-Utilizar jabones de mano naturales o libres de perfumes y colorantes innecesarios, favorece nuestra piel y el medio ambiente.

-Intentar no utilizar productos peligrosos en la limpieza de baños, habitaciones y salones, optando por limpiadores libres de fosfatos y cloro.

GESTIÓN DE LA ENERGÍA

-Apagar las luces del puesto de trabajo cuando no sean necesarias.

- Apagar las luces de los servicios y de las salas cuando no se estén utilizando.

-Usar la climatización sólo cuando sea necesario. Evitar las corrientes de aire y cerrar correctamente puertas y ventanas, así se evitan pérdidas en los sistemas de aire acondicionado y calefacción y se disminuye el consumo de energía.

- Usar luz natural en la medida de lo posible. Mantenga las ventanas limpias y anime al personal a abrir las persianas en lugar de encender las luces.

-
- Climatización: Comprobar los niveles de almacenamiento del combustible necesario para la calefacción, así se puede evitar la existencia de fugas y la producción de residuos.
 - Conectar los lavavajillas y las lavadoras a carga completa, ya que el uso a media carga implica mayor consumo de agua, energía y detergente.
 - El mayor consumo de energía es debido al calentamiento del agua de los electrodomésticos, es aconsejable mantener los termostatos a una temperatura no muy elevada y constante.
 - Limpiar frecuentemente los hornos, fuegos y placas para evitar que se acumulen grasas que impidan la transmisión de calor.
 - Fomentar el uso de fuentes renovables como placas solares.

INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

- Es necesaria una adecuada formación ambiental a los trabajadores para que luego éstos puedan comunicar a los clientes las mejoras medioambientales de los servicios que ofrece el establecimiento.
- Facilitar el conocimiento de los símbolos de peligrosidad y toxicidad y los que identifican a los productos ecológicos.
- Colocar carteles en distintos puntos de las instalaciones informando sobre las buenas prácticas que los usuarios y trabajadores pueden adoptar en sus actividades diarias.
- Información sobre buenas prácticas ambientales

LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Incluir información a los usuarios en lugares visibles para fomentar que sean responsables con el uso del agua y la electricidad.
- Desarrollar labores diarias de limpieza y conservación del espacio de la playa en el que se ubica, así como de los elementos existentes (plantas, pasarelas de acceso al mar, duchas, etc.).
- Colocar en el establecimiento contenedores para el reciclaje selectivo de residuos para uso público y no sólo para los clientes del establecimiento, y mantenerlos en adecuado estado de uso y limpieza; promover que el establecimiento sea punto de referencia para los usuarios de la playa.
- Sustitución de energía eléctrica por solar y eólico paulatinamente.

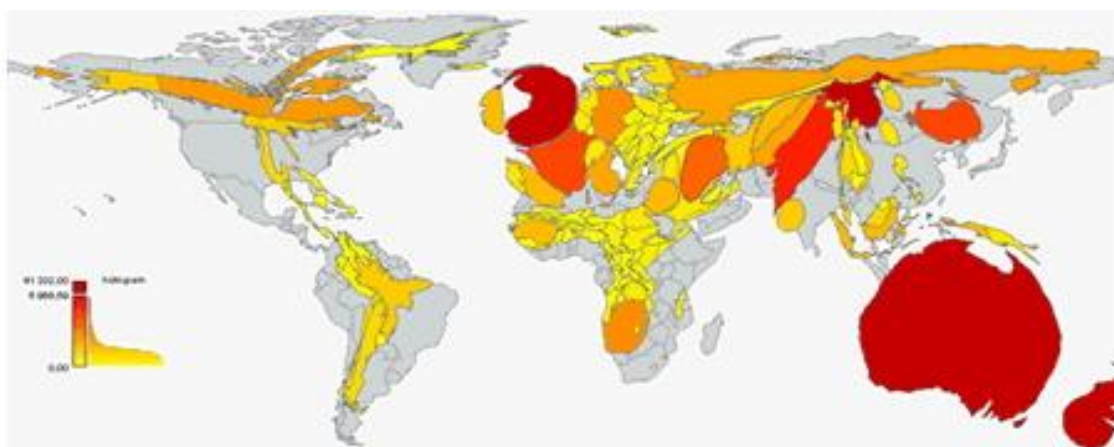
3 EVALUACIÓN DE EFECTOS EN LA COSTA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las zonas costeras son áreas de gran riqueza en las que tienen lugar distintos procesos físicos, químicos y biológicos gobernados por complejas interacciones de flujos de agua.

Consecuencia de ello es que las zonas costeras sean altamente dinámicas y que presenten una alta fragilidad y vulnerabilidad frente a cualquier tipo de presión externa, ya sea de origen natural o humano. El cambio climático es una de ellas, y el

calentamiento global está dando lugar a cambios en el sistema climático que afectan directamente a los procesos costeros.

Desde el punto de vista socioeconómico, las zonas costeras son, hoy por hoy, áreas de vital relevancia para los países costeros, ya que albergan a la mayor parte de su población y un elevado porcentaje de sus actividades económicas. Baste decir que las zonas costeras con superficie por debajo de la cota 10 m suponen un 2% de la superficie continental, de la que un 13% se considera urbanizada. Sin embargo, este 2% contiene en torno al 10% de la población mundial (McGranahan et al., 2007; Satterthwaite et al., 2009), cifra que sigue en aumento.



Distorsión de mapamundi en función a la cantidad de habitantes

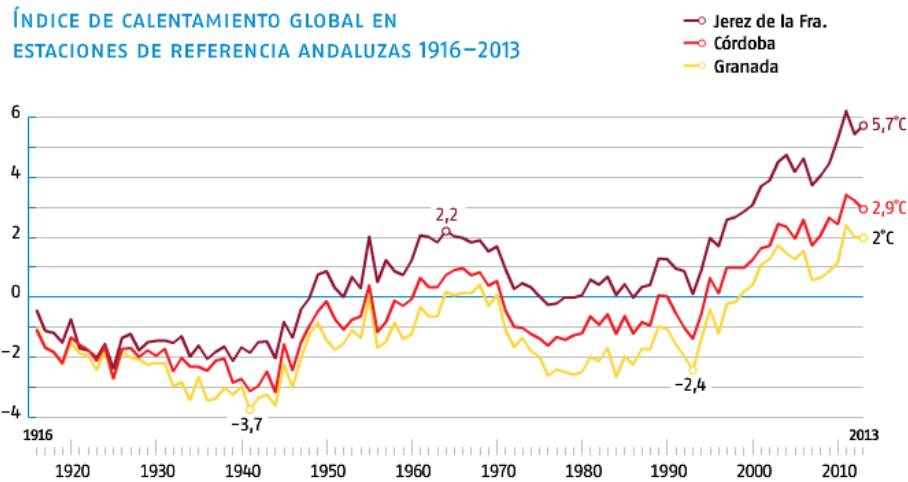
La complejidad de las interacciones entre el sistema natural y el sistema socioeconómico que coexisten en la costa sugiere que las consecuencias del cambio climático puedan manifestarse de muchas maneras. El riesgo de inundación en zonas bajas y erosión costera son impactos particularmente preocupantes. Sin embargo, cambios en la temperatura del agua o la acidificación de los océanos pueden dar lugar a severos impactos en los estuarios y la vida marina.

La tendencia demográfica hacia la concentración de la población en las costas y el consiguiente desarrollo asociado hace que los problemas actuales se puedan ver exacerbados en el futuro. Sirva de ejemplo, que se estima que la población hoy expuesta a una inundación con un periodo de retorno de 100 años pasará de 270 millones a 350 millones en 2050 debido al desarrollo socioeconómico.

Además, la enorme concentración de la actividad humana en esta estrecha franja del territorio ha hecho que ricos e importantes ecosistemas y hábitat costeros hayan sufrido una importante degradación, por lo que los sistemas naturales afrontan un futuro incierto ante el cambio climático. Esta delicada situación representa un reto para los países costeros, que deben hallar la manera de gestionar la costa sin renunciar al bienestar y la prosperidad actuales y futuros.

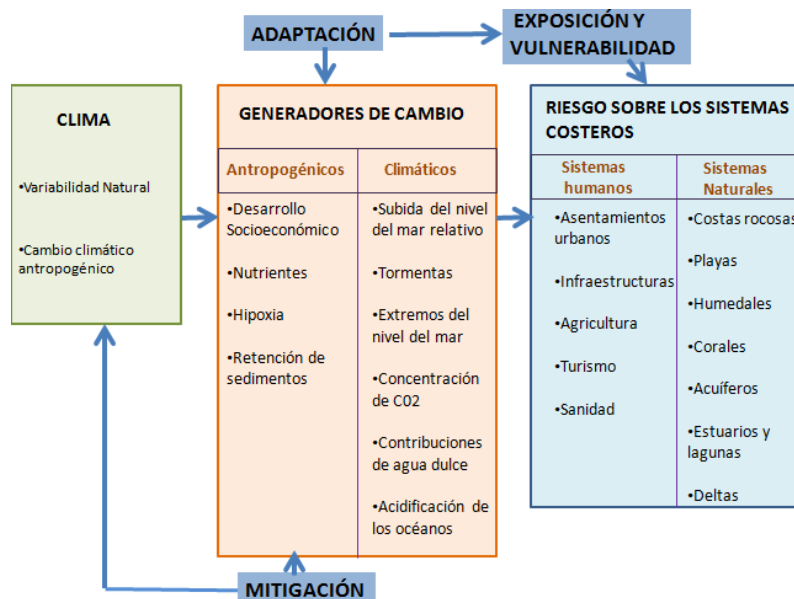
La gestión de riesgos y la adaptación juegan un papel fundamental para afrontar este reto, pero una correcta aplicación de las mismas requiere un análisis y cuantificación

de las consecuencias que los eventos extremos y el cambio climático pueden producir en la costa.



Índice de calentamiento global en estaciones de Referencia Andaluzas. FUENTE: REDIAM

Los elementos del litoral a analizar en nuestro caso objeto de estudio son: playa y duna principalmente, aunque también de forma reflejaremos en el estudio acantilados, puertos, saneamientos litorales, edificaciones e infraestructuras terrestres.



Esquema de los elementos del litoral y factores que le afectan. FUENTE: REDIAM

3.2 EFECTOS PROVOCADOS EN LOS ELEMENTOS DEL LITORAL OBJETOS DE ESTUDIO

En este apartado se trata el cambio climático referente a la dinámica litoral, mediante el análisis teórico por medio del uso de modelos numéricos de simulación, y por medio de formulaciones empíricas o analíticas que evalúan los potenciales cambios que sufrirán los elementos del litoral por efecto del cambio climático.

De acuerdo con el V Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) recientemente publicado, el calentamiento en el

sistema climático es inequívoco, la influencia humana en el sistema climático es clara, y el cambio climático plantea riesgos para los sistemas humanos y naturales. El mismo informe indica que en las últimas décadas, el cambio climático ha afectado a los sistemas naturales y humanos en todos los continentes y océanos y que los impactos son más evidentes en los sistemas naturales -incluyendo los sistemas costeros- pero también se han observado en los sistemas humanos. No cabe duda de que tal afección se prolongará en el futuro.

El último Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) ,es el Sexto Informe de Evaluación (AR6), publicado en varias etapas entre 2021 y 2023. Este informe proporciona una evaluación actualizada sobre el cambio climático, sus impactos y posibles estrategias de mitigación y adaptación

El informe proyecta que el nivel medio global del mar podría aumentar entre 0,28 y 0,55 metros para el año 2100 en escenarios de bajas emisiones, y entre 0,63 y 1,01 metros en escenarios de altas emisiones. Este incremento eleva el riesgo de inundaciones costeras, erosión y salinización de acuíferos en áreas como Cádiz

Los efectos más importantes que el cambio climático puede suponer en las playas, se reduce básicamente a una variación en la cota de inundación y a un posible retroceso, o en su caso, avance de la línea de costa.

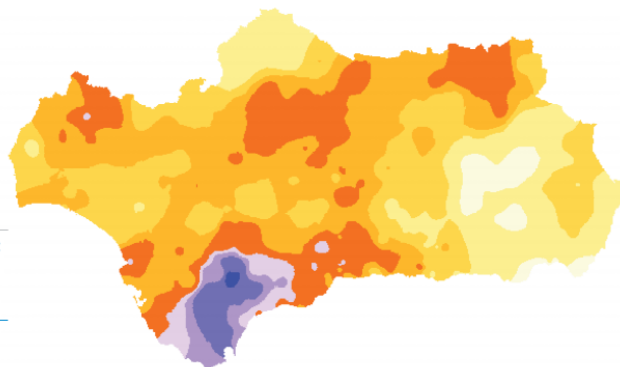
EROSIVIDAD 2012

Mj × mm / ha × hr × año

0 — 250
250 — 500
500 — 750
750 — 1.000
1.000 — 1.500
1.500 — 2.000
2.000 — 3.000
3.000 — 5.000
> 5.000

Erosividad media regional para Andalucía en 2012
887,41 Mj × mm / ha × hr × año

Los niveles de erosividad
de la lluvia están medidos en: $\frac{\text{(megajulio} \times \text{milímetro)}}{\text{(hectárea} \times \text{hora} \times \text{año)}}$



Mapa de erosividad media regional para Andalucía. FUENTE: REDIAM

En cuanto al crecimiento de las dunas cabe mencionar que la intensidad y la dirección del viento son los principales parámetros que gobiernan el transporte eólico de sedimentos desde la playa hacia los sistemas dunares. Por ello, si estas dos son modificadas por efecto del cambio climático, también lo hará la capacidad de transporte desde la playa hacia las dunas, reduciendo o intensificando la tasa de crecimiento de las mismas. Si por ejemplo, la intensidad del viento disminuye, también disminuye la capacidad de transporte. Por otro lado, si la dirección del viento cambia intensificando la componente paralela a la costa, también se reducirá la capacidad de transporte ya que la que en realidad transporta sedimento desde la playa al trasdós es la perpendicular a la línea de costa.

3.3 VULNERABILIDAD DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO TRAS LA SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR.

El Índice de Vulnerabilidad Costera a la subida del nivel del mar o CVI (Coastal Vulnerability Index). Se trata de un indicador de la respuesta física de la costa ante un evento de subida del nivel del mar en base a seis parámetros físicos específicos. Empleando dichos parámetros, se categoriza cada tramo de 500m de anchura alineados a lo largo de la línea de costa según 4 niveles de índice de vulnerabilidad (bajo, moderado, alto y muy alto). Cada parámetro considerado (topografía, geomorfología, erosión, nivel del mar, altura de la ola significativa y rango mareal) es a su vez clasificado en 5 niveles según su incidencia en la vulnerabilidad costera en función de sus características intrínsecas. Así, por ejemplo, a mayor altura de la ola significativa, mayor vulnerabilidad, a mayores valores de progradación costera (erosión positiva) menor vulnerabilidad, etc.



Mapa de cambios del nivel del mar y geomorfología y Mapa de vulnerabilidad costera. FUENTE: REDIAM

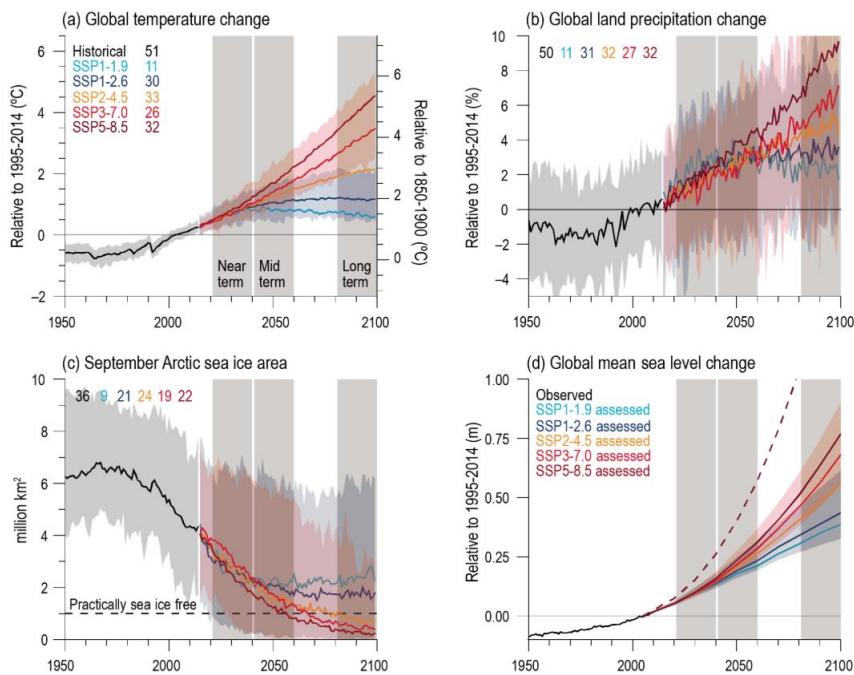
3.4 SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

La subida del nivel del mar global es debida fundamentalmente a dos factores: la expansión térmica del agua del mar y el deshielo. A medida que el agua se va calentando se produce un aumento de su volumen que da lugar a un aumento en el nivel, por otro lado, el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de glaciares y otras reservas de agua continentales y de las principales placas de hielo de la Antártida y Groenlandia (Meehl et al. 2007). Hoy en día se sabe que la expansión térmica de los océanos es responsable de alrededor de un tercio de la subida del nivel

del mar global, producida en el siglo XX hasta 1990. Desde entonces, el deshielo procedente de glaciares, y capas de hielo continentales y polares ha sido mucho más importante.

Los océanos se calientan mucho más lentamente que la atmósfera, por lo que la expansión térmica se produce décadas más tarde que el aumento de la temperatura del aire. La expansión térmica del agua puede predecirse con moderada confianza, al igual que el deshielo de glaciares continentales y otras reservas de agua, gracias a los datos medidos y el conocimiento de las reservas de hielo continental. Sin embargo, la contribución al nivel del mar por el deshielo de los casquetes polares es mucho más difícil de estimar, debido al tamaño de las placas de hielo, la variación del clima a lo largo de su extensión y la escasez de datos disponibles. En la escala de tiempo de siglos la contribución del deshielo de las placas de Groenlandia o la Antártida es incierta, pudiendo experimentarse aumentos por encima de 1 m si su contribución es significativa.

El ascenso medio del nivel del mar global entre 1880-2009 ha sido aproximadamente de 210 mm (Church y White, 2011). Existe una considerable variabilidad de la tasa de ascenso a lo largo del siglo XX. El registro de cambios pasados en el nivel del mar, a escala global, se ha realizado mediante datos de satélite (desde 1993) y reconstrucción de observaciones del nivel del mar (periodo 1880-2009). Desde 1993, la alta calidad de los datos de satélite ha permitido un modelado más preciso del cambio en el nivel medio del mar global (Figura 34). La estimación en la tasa de ascenso para la era satelital corresponde a $3,2 \pm 0,4$ mm/año, mientras que para el período precedente es de $2,8 \pm 0,8$ mm/año.



Selected indicators of global climate change from CMIP6 historical and scenario simulations FUENTE: IPCC AR6

Subida nivel mar en la costa española

Estudios recientes muestran que los cambios observados en el sistema climático están siendo más rápidos de lo esperado. La tasa de aumento del nivel medio del mar observado ha variado entre 1,5 y 1,9 mm/año entre 1900 y 2010 y entre 2,8 y 3,6 mm/año entre 1993 y 2010 (IPCC-AR6).

El aumento del nivel del mar no es igual a lo largo de todas las costas del mundo. En España se han llevado a cabo numerosos estudios sobre el aumento en el nivel del mar, obteniéndose tasas de aumento.

Los sistemas costeros en España son especialmente sensibles a los efectos de la subida del nivel del mar, así como a otros factores climáticos de cambio tales como el aumento de la temperatura superficial del agua, la acidificación, los cambios en las tormentas o los cambios en el oleaje.

-El aumento del nivel del mar no es igual a lo largo de todas las costas del mundo. En España se han llevado a cabo varios estudios sobre el aumento en el nivel del mar en la costa española, obteniéndose tasas de aumento entre 1 a 3 mm/año durante el último siglo con importantes variaciones en la cuenca Mediterránea por efectos regionales.

-El aumento del nivel del nivel medio del mar en la zona sigue la tendencia media global observada entre 1,5 y 1,9 mm/año entre 1900 y 2010 y de entre 2,8 mm/año y 3,6 mm/año entre 1993 y 2010.

-El oleaje es una de las principales dinámicas susceptibles de cambio que afectan a nuestra costa. En las últimas 6 décadas se han observados importantes cambios tanto

en intensidad como en dirección. En el atlántico se ha observado un aumento significativo de hasta 0,8 cm/año en el oleaje más intenso (percentil 95 de altura de ola significativa) y disminución en el Mediterráneo y Canarias.

Al igual que pasa en el resto del mundo, en España los impactos observados atribuibles al cambio climático son aquellos que corresponden a cambios en la temperatura del océano o a la acidificación. Con la información existente, los impactos observados relativos a inundación o erosión en zonas costeras no son atribuibles a cambio climático pues están altamente afectados por la acción del hombre.

El desarrollo socioeconómico, junto con otros factores de origen no climático como la hipoxia, desvío o variación de caudales en ríos, retención de sedimentos o pérdida de hábitat, potencian los impactos del cambio climático en la costa.

-En los últimos años se ha producido un aumento demográfico muy elevado en la franja costera. El ritmo de crecimiento anual de la población residente en municipios costeros fue de un 1,9 %, siendo superior en la fachada mediterránea, especialmente en Tarragona, Girona, Alicante y Castellón.

-En los últimos años se han producido notables cambios en los usos del suelo, produciéndose un crecimiento urbanístico en la costa que ha dado lugar a la rigidización de gran parte del litoral.

Estos procesos han producido un aumento de la exposición y vulnerabilidad de la zona costera con un consiguiente aumento del riesgo.

Los sistemas costeros y, en especial, las zonas bajas, desembocaduras de los ríos y estuarios y marismas, experimentarán impactos adversos como la inundación costera y la erosión debido a la subida del nivel del mar y cambios en la dirección e intensidad del oleaje.

Las playas, dunas y acantilados, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y, en menor medida, por aumento en la intensidad del oleaje o cambios de dirección del mismo.

Para cualquier escenario de aumento del nivel medio del mar, los mayores aumentos en % en la cota de inundación de las playas se producirán en la cuenca Mediterránea siendo, en términos absolutos, mayor la cota de inundación en la costas cantábrico-atlántica y canaria.

Aunque las proyecciones de marea meteorológica tienen un elevado grado de incertidumbre, la subida del nivel del mar potenciará los eventos extremos de inundación aumentando su intensidad y especialmente su frecuencia.

Considerando un escenario tendencial de aumento de nivel del mar a 2040 (aproximadamente 6 cm), las playas de la cornisa cantábrico-atlántica y norte de las Canarias experimentarán retrocesos medios cercanos a los 3 m, 2 m en el Golfo de Cádiz y valores medios entre 1 y 2 m en el resto de las fachadas.

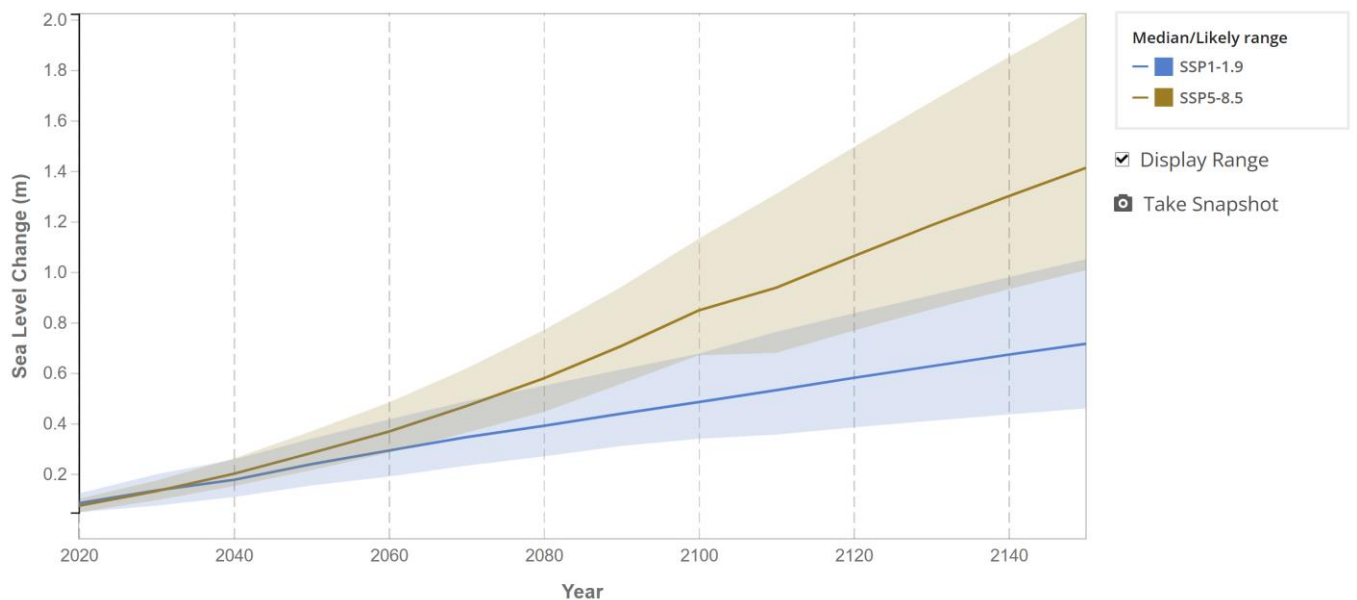
Entre las consecuencias más relevantes del cambio climático sobre los sistemas costeros naturales se encuentra la pérdida de praderas de Posidonia oceanica, así como el desplazamiento de algunas especies, la pérdida de humedales y la pérdida de servicios ecosistémicos.

Nivel medio del mar local

La Playa de la Costilla, situada en Rota, Cádiz, al igual que otras zonas costeras, se verá afectada por el aumento del nivel del mar proyectado en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). Aunque el informe no ofrece datos específicos para esta playa, las proyecciones generales indican un incremento significativo del nivel del mar hacia finales del siglo XXI, dependiendo de los escenarios de emisiones:

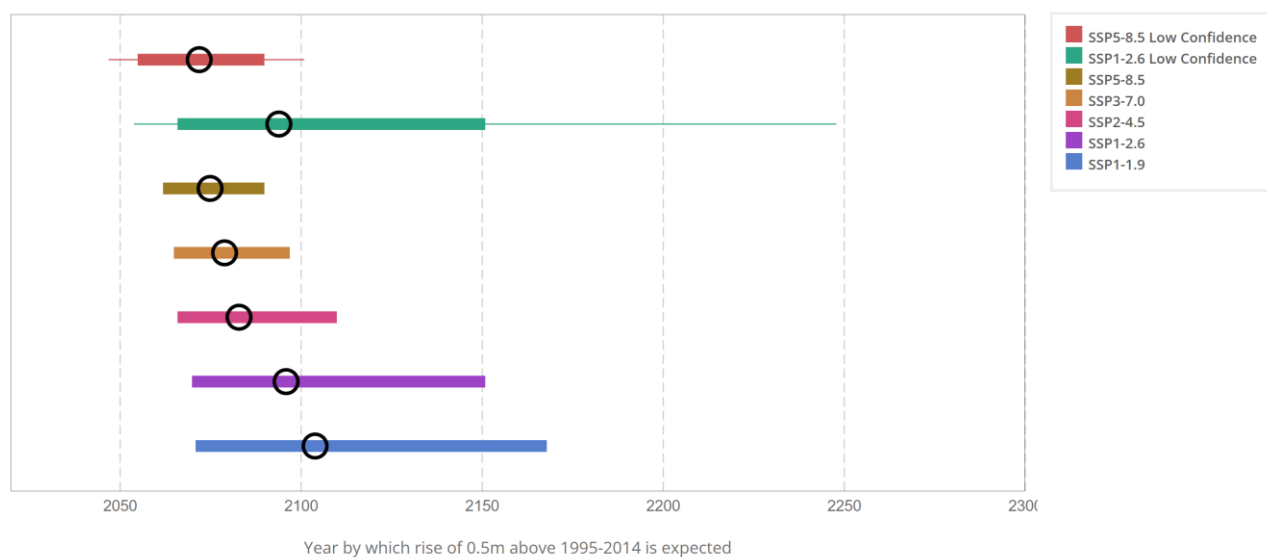
-Escenario de bajas emisiones (SSP1-1.9): Se proyecta un aumento del nivel del mar entre 0,28 y 0,55 metros para 2100.

-Escenario de altas emisiones (SSP5-8.5): El incremento podría oscilar entre 0,63 y 1,01 metros para el mismo período



Projected Sea Level Rise Under Different SSP Scenarios

Momento de superación de diferentes umbrales (incrementos de 0,1 m) en diferentes SSP. Las barras gruesas muestran los rangos de percentiles 17-83, y los círculos negros, la mediana. Las barras finas también muestran los rangos de percentiles 5-95 para los escenarios SSP1-2.6 de baja confianza y SSP5-8.5 de baja confianza.



Projected Sea Level Rise Under Different SSP Scenarios

Proyecciones del nivel del mar para cinco escenarios del SSP, con respecto a la línea base de 1995-2014, en metros. Se muestran las contribuciones individuales para el año seleccionado. Se muestran los valores medianos (rangos probables). Las tasas promedio de cambio total del nivel del mar se expresan en mm año⁻¹. La columna de baja confianza del SSP5-8.5 incorpora una representación del efecto potencial de procesos de baja probabilidad y alto impacto en la capa de hielo que no pueden descartarse. En particular, esta columna muestra el rango de percentiles 17-83, considerando la información obtenida mediante juicios estructurados de expertos y de un modelo que incorpora la inestabilidad de los acantilados de hielo marinos.

	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5	SSP1-2.6 Low Confidence	SSP5-8.5 Low Confidence
Sterodynamic Sea Level	0.19 (0.11-0.27)	0.20 (0.12-0.29)	0.28 (0.18-0.38)	0.34 (0.24-0.44)	0.40 (0.29-0.52)	0.20 (0.12-0.29)	0.40 (0.29-0.52)
Glaciers	0.07 (0.05-0.09)	0.08 (0.06-0.10)	0.10 (0.09-0.13)	0.14 (0.11-0.16)	0.15 (0.13-0.18)	0.08 (0.06-0.10)	0.14 (0.10-0.18)
Greenland	0.03 (0.00-0.05)	0.03 (0.01-0.06)	0.04 (0.02-0.07)	0.06 (0.04-0.09)	0.07 (0.05-0.10)	0.05 (0.01-0.16)	0.10 (0.05-0.32)
Antarctica	0.11 (0.03-0.28)	0.12 (0.03-0.29)	0.12 (0.03-0.32)	0.12 (0.03-0.34)	0.13 (0.04-0.38)	0.11 (-0.01-0.29)	0.21 (0.03-0.61)
Land Water Storage	0.02 (0.01-0.03)	0.02 (0.01-0.03)	0.02 (0.01-0.03)	0.03 (0.01-0.04)	0.02 (0.01-0.03)	0.02 (0.01-0.03)	0.02 (0.01-0.03)
Vertical Land Motion	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)	0.06 (0.04-0.07)
Total (2100)	0.48 (0.34-0.68)	0.52 (0.37-0.72)	0.64 (0.48-0.88)	0.75 (0.59-1.00)	0.85 (0.67-1.13)	0.53 (0.37-0.79)	0.95 (0.67-1.50)

Se ha realizado las estimaciones para cambios en el oleaje, viento y nivel mar. Los datos obtenidos para la estimación de los cambios en la dinámica costera por los

efectos del cambio climático para la zona de estudio, corresponden al proyecto de Cambio Climático en la Costa Española, realizado por el Instituto Hidrológico de Cantabria.

DATOS OBTENIDOS EN	
Punto	89
Longitud:	-6.42
Latitud:	36.62
Hs(m)	1

Leyenda:
 Hs(Oleaje significativo)
 hs 95 %nivel de confianza al 95%
 Tp (Periodo de pico del oleaje)
 Fe (Fuerza del oleaje)
 Dir Fe (Dirección fuerza del oleaje)
 MM (Marea meteorológica)
 MSL (Nivel medio del Mar)

OLEAJE	Hs (m)	2025	2026	2027	2028	2029
		1	0	0	0	0
Hs95% (m)	2025	2026	2027	2028	2029	
	2,18	2,1746	2,1692	2,1638	2,1584	
Hs12 (m)	2025	2026	2027	2028	2029	
	3,943	3,9366	3,9302	3,9238	3,9174	
Tp (s)	2025	2026	2027	2028	2029	
	7,414	7,4282	7,4424	7,4566	7,4708	
FE (kW/m)	2025	2026	2027	2028	2029	
	2,998	2,9904	2,9828	2,9752	2,9676	
Dir FE (º)	2025	2026	2027	2028	2029	
	236,582	236,626	236,67	236,714	236,758	

NIVEL DEL MAR	Referencia Alicante (cm)	31,812				
	Rango marea (cm)	344,833				
	MSL (cm)	2025				
	MM95% (cm)	2,955	3,329	3,703	4,077	4,451
		2025	2026	2027	2028	2029
MM95% (cm)	2025	2026	2027	2028	2029	

ZONA OBJETO ESTUDIO		DATOS ESTADÍSTICOS	2025	2026	2027	2028	2029
VIENTO	PW(W/m2)	media	253,088	252,0912	251,0944	250,0976	249,1008

Punto	89		CAMBIOS ABSOLUTOS				CAMBIOS RELATIVOS (%)		
			Actual	2020	2030	2040	2020	2030	2040
INUNDACION COSTA	Cota de Inundación (m)	CI50	2,942	0,004	0,009	0,014	0,139	0,305	0,465
		umbral	2,03	-	-	-	-	-	-
		Media escala Pareto	0,17	0	0	0	0	0	0
		Desv escala Pareto	0,009	0	0	0	0	0	0
		Media Forma Pareto	-0,055	-	-	-	-	-	-
		Desv Forma Pareto	0,033	-	-	-	-	-	-
		Poisson Media	11,507	0,398	0,896	1,394	3,46	7,786	12,111
Poisson Desv	0,978	0,18	0,411	0,646	18,446	42,085	66,112		

DUNAS	Retroceso (m)	media	-	-5,321	-4,541	0	-	-	-
		desviación	-	-	-	-	-	-	-
	Transporte potencial Arena	media	-	-	-	-	-1,969	-2,438	-2,907
		desviación	-	-	-	-	-	-	-

Evaluación de los efectos del cambio climático. FUENTE: MITECO

4 CONCLUSIONES

La morfología que presenta la playa, su ubicación en un ambiente donde los ingresos recientes han disminuido y donde el sedimento se encuentra sometido a un intenso transporte estacional.

Las causas principales de la erosión de la playa de la Costilla son de carácter natural y están provocadas por el ascenso del nivel del mar y otros fenómenos costeros.

Por tanto, esta instalación dada su naturaleza desmontable, ubicación y características constructivas (véase proyecto técnico), no afecta a la dinámica litoral de la playa objeto.

No obstante, cabe recordar que los datos del estudio de Dinámica Litoral y Cambio Climático son básicos, estadísticos y estimativos, sumado a la imprevisibilidad de catástrofes meteorológicas, procesos costeros y otras incidencias relacionadas.

Por todo lo expuesto anteriormente, el concesionario/a de instalación desmontable denominado "PLAYA VIRGEN" SE COMPROMETE A:

- Cumplir con los criterios de seguridad, medio ambiental y calidad, presentes en el proyecto técnico presentado.
- Comunicar a las administraciones competentes, de cualquier alarma sobre situaciones que puedan originar problemas de seguridad y/o prestación del servicio.
- Desmontar la instalación ante cualquier situación que revista peligro para la prestación de este servicio o sea exigido por las administraciones competentes.

Fdo. Antonio Jesús Rivero Reyes
Lcd. Ciencias Ambientales