

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LAS INSTALACIONES DEL ESTABLECIMIENTO EXPENDEDOR DE COMIDAS Y BEBIDAS AL SERVICIO DE LA PLAYA, SITUADO EN LA PLAYA DE CALA SARDINA, T.M. SAN ROQUE (CÁDIZ)


PROMOTORA:
Dña. Silvia María Luján Scolari

CONSULTORA:
Atlántida Medio Ambiente, S.L.



AUTORÍA:
Carmen Tornero Pinilla
Lda. Ciencias Ambientales
Colegiada COAMBA Nº 1299

Amanda Rivillas Vitondo
Lda. Ciencias del Mar

	CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779	05/03/2025 14:16	PÁGINA 1/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

ÍNDICE

1	OBJETO-----	6
2	CONDICIONES Y HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS-----	7
2.1	CONTEXTO: ESCENARIOS CLIMÁTICOS -----	7
2.2	INSTRUMENTOS. -----	10
2.3	HERRAMIENTAS.-----	11
3	EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS ENTORNOS COSTEROS-----	13
4	COMPORTAMIENTO DEL NIVEL DEL MAR.-----	15
5	OLEAJE -----	20
6	VIENTO -----	23
7	TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA -----	24
8	RIESGO DE EROSION Y DIAGNÓSTICO INTEGRADO. -----	28
9	TEMPORALES-----	35
10	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN-----	36
10.1	Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española. ---	36
10.2	Estrategia de protección de la costa de Cádiz, considerando los efectos del cambio climático.-----	39
11	CONCLUSIONES -----	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forzamiento radiativo de las vías de concentración representativas. El área gris claro captura el 98% del rango en escenarios IAM anteriores, y el gris oscuro representa el 90% del rango. Fuente: Web IPCC. De van Vuuren et al (2011) *The Representative Concentration Pathways: An Overview*. Cambio climático, 109 (1-2), 5-31. 8

Figura 2. Promedios preliminares de CO2 atmosférico semanales (línea roja), mensuales (línea azul) y diarios (puntos negros) en Mauna Loa para el último año. Fuente: Global Monitoring Laboratory (GML) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 9

Figura 3. Sendas representativas de emisiones según AR6. Fuente: Resumen para los formuladores de políticas. Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física. Contribución GTI al Sexto Informe IPCC..... 10


CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 2/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Figura 4. Impactos regionales observados que se derivan de cambios en los océanos y la criosfera. Fuente: Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante, IPCC, 2019. 15

Figura 5. Ubicación del punto de toma de datos (flecha) y de la ubicación del Chiringuito Cai (círculo). Fuente: C3E. 16

Figura 6. Imagen del visor Climate Central, centrada en el entorno del Chiringuito Cai. Disponible en https://coastal.climatecentral.org/map/16/-5.2543/36.3102/?theme=sea_level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&basemap=hybrid&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=ssp3rcp70&percentile=p95&refresh=true&return_level=return_level_0&rl_model=coast_rp&slr_model=ipcc_2021_med 20

Figura 7. Valores medios (izquierda) y percentil del 99% de la altura de ola significativa (m) (derecha), obtenidos a partir de las variables atmosféricas procedentes del reanálisis ERAS (1985-2005). Fuente: Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático. 21

Figura 8. Cambios en el valor medio de la altura de ola significativa (Hs) para los dos escenarios y periodos analizados. Los cambios se han representado en tanto por cien respecto a los valores medios de la base de datos histórica de referencia. Los puntos indican una coincidencia en el signo del cambio en, al menos, el 80% de los modelos climáticos analizados. Fuente: Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático. 21

Figura 9. Oleaje en la UC-CA23. Fuente: Estrategias para la protección costera en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. Anejo 1. Caracterización del clima marítimo. 2019. 23

Figura 10. Variaciones de SST respecto de los datos históricos (a) en los escenarios RCP 4.5 (b) y RCP8.5 (c) a largo plazo. Fuente: Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española. 25

Figura 11. Temperatura superficial del mar entre los 60°N-60°S, desde 1979 hasta la actualidad. En azul se aprecia la última anomalía debida al Niño, en 2016. Disponible en https://sites.ecmwf.int/data/c3sci/bulletin/202405/press_release/ 26

Figura 12. Flujos superficiales actuales (líneas continuas) y los flujos profundos (líneas discontinuas) para el Atlántico norte y los mares nórdicos. Figure modified from R. Curry and C. Mauritzen © Woods Hole Oceanographic Institution. Disponible en: <https://tos.org/oceanography/article/is-the-atlantic-overturning-circulation-approaching-a-tipping-point> 27

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 3/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Figura 13. UG-CA 23 y ubicación del Chiringuito Cai señalada con una estrella. Estrategia para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. Anejo 1. Modelo morfodinámico de funcionamiento. MITERD 2020. ... 28

Figura 14. Valoración de la peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo de las ocupaciones del DPMT en CA23.5 y E0. Fuente: Anejo 2. Resultados del análisis del riesgo en Cádiz, EPC, MITECO 2021. 31

Figura 15. Diagnóstico integrado UCA23. Fuente: Anejo 1. Diagnóstico integrado en las Unidades de Gestión de Cádiz. 33

Figura 16. Indicadores de los criterios de selección y priorización de medidas. Fuente: Selección y priorización de medidas para la protección de la costa. Anejo 1. Resultados en las Unidades de Gestión de Cádiz. Estrategia de protección costera. 2022. 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ítems descriptivos de los RCP. Fuente: Resumen para responsables de políticas del documento Bases Físicas del Cambio Climático 2013. Contribución del GT I al 5º Informe del IPCC. 8

Tabla 2. Diferencias relativas de temperatura superficial global promedio respecto del período 1850-1900 en los distintos escenarios del AR6. Fuente: Resumen para los formuladores de políticas. Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física. Contribución GTI al Sexto Informe IPCC. 9

Tabla 3. MSL Incremento nivel medio del mar (m) respecto de 1986 - 2005. Fuente: C3E. ... 16

Tabla 4. MM 99.9%. Cambios en la marea meteorológica, con margen de confianza 99% respecto de 1985-2005 (m). Fuente: C3E. 16

Tabla 5. Cambios en el valor medio del nivel del mar compuesto (NMC) respecto de 1985-2005 (m). Fuente: C3E. 17

Tabla 6. Nivel medio del mar global respecto de 1986 - 2005 para finales de siglo. Fuente: Informe especial sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante. IPCC 2019. 18

Tabla 7. Subidas del nivel del mar pronosticadas para finales de siglo según diferentes modelos. Fuente: Evaluación del riesgo de inundaciones marinas asociadas a la subida del nivel del mar en la costa Andaluza. Universidad de Sevilla. 2017. 19

Tabla 8. Altura de ola significativa (Hs 99.9%). Fuente: C3E. 22

Tabla 9. Periodo pico medio (Tm en segundos). Fuente: C3E 22

Tabla 10. Dirección del oleaje Fuente: C3E. 23

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 4/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Tabla 11. Velocidad media y máxima del viento (km/h). Fuente: Iniciativa Escenarios-PNACC 2017. AdapteCCa. 24

Tabla 12. Incremento de temperatura superficial (°C). Fuente: C3E..... 25

Tabla 13. Tasa de erosión de las unidades de gestión correspondientes a UC-CA23. Fuente: Estrategia de protección costera. MITECO. 2021. 29

Tabla 14. Retroceso adicional de las playas de UC23 según escenario y periodo. Fuente: Estrategia de protección costera. 2021. 29

Tabla 15. Retroceso neto en la UC23 según escenario, en los años horizonte. Fuente: Estrategia de protección costera. 2021. 29

Tabla 16. Escenarios climáticos definidos por la estrategia de protección costera. Fuente: Diagnóstico 1. Análisis del riesgo de erosión, EPC, MITECO 2021. 30

Tabla 17. Peligrosidad crónica y asociada al oleaje que alcanza el frente costero, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021. 31

Tabla 18. Exposición de las ocupaciones en DPMT, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021. 31

Tabla 19. Riesgo de las ocupaciones en DPMT, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021. 32

Tabla 20. Temperaturas máximas en RCP 8.5 por estaciones en el corto, medio y largo plazo. Fuente: Adaptecca. 36

Tabla 21. Medidas de adaptación emanadas de la Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española recomendadas para la promotora (San Roque). 38

Tabla 22. Grado de riesgo de erosión e inundación para la CA23. Fuente: Catálogo de medidas para la protección de la costa. Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. 2021. 40

Tabla 23. Medidas de adaptación propuestas para la CA23. Fuente: Catálogo de medidas para la protección de la costa. Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático..... 40

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 5/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



1 OBJETO

El Chiringuito Cai, ubicado en Cala Sardina (T.M. San Roque) pretende solicitar prórroga extraordinaria, según lo recogido en el artículo 172 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costa a su concesión de ocupación del dominio público marítimo-terrestre, hasta el máximo permitido por la actual ley de Costas, 30 años, ante la Delegación Territorial de Cádiz, de la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente.

El objeto del presente estudio es dar cumplimiento a lo que se establece en los artículos 91.2 y 92 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas. Recogen ambos artículos sobre los proyectos:


Art.91.2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta (artículo 44.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio).

Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.

El presente estudio pretende evaluar, por tanto, los efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se ubica el Chiringuito Cai (Cala Sardina, San Roque) incluyendo la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, según indica el artículo 92.1. Y lo hace en todo el periodo en que es posible proyectar (2100), cumpliendo así con el punto b, del mismo artículo. Según las variables, se recogen también proyecciones a corto y medio plazo para su valoración.

Se aportan, del mismo modo, las conclusiones sobre el riesgo de erosión emanadas de la *Estrategia para la protección de la costa de la provincia de Cádiz (...), considerando los efectos del cambio climático*¹, para la denominada UC-CA23 San

¹ <https://www.miteco.gob.es/es/costas/participacion-publica/00-epc-andalucia.aspx>

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 6/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Roque, donde se ubica la Playa del Cabrero (o Cala Sardina) y, por ende, el chiringuito.

Por último, se recogen las medidas de adaptación definidas en la *Estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático*², establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, como exige el artículo 92.2, así como las planteadas en la mencionada Estrategia para la protección de la costa gaditana, en la UC-CA23.

2 CONDICIONES Y HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS


2.1 CONTEXTO: ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Las proyecciones actuales sobre aumento del nivel del mar, oleaje, temperatura superficial del agua, viento y cualesquiera otras variables climáticas, emanan del Quinto informe del IPCC (2014). Este informe planteaba 4 sendas de emisión o RCP, por sus siglas en inglés, que iban desde la más optimista (RCP 2.6) hasta la más pesimista (RCP 8.5). La primera representaba un futuro con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y un alto nivel de mitigación que, en las simulaciones de 2019³, proporcionaban una probabilidad de dos sobre tres de que el calentamiento global se mantuviera por debajo de 2 °C en 2100. Este escenario está descartado toda vez que, en 2021, se han sobrepasado las concentraciones de GEI en la atmósfera que lo hacían posible⁴. La segunda senda mencionada, RCP 8.5, es un escenario con altas emisiones de gases de efecto invernadero, sin políticas destinadas a luchar contra el cambio climático, que conduce a un crecimiento constante y sostenido de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Es, aparentemente,

²<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategia-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

³ Según *Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5)*, es decir, la mejor ciencia disponible en ese momento. Actualmente se cuenta con una nueva actualización: CMIP6.

⁴ <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/weekly.html>

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 7/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

en la que nos situamos cuando, pese a los esfuerzos internacionales, las emisiones no frenan ni lo harán a la velocidad necesaria de continuar con las políticas actuales⁵.

Si bien es posible un cambio, en aplicación del principio de precaución, este estudio se referirá siempre al escenario 8.5 o en el que peor tendencia dibuje en cada momento⁶ (en alusión al escenario de Jevrejeva⁷, cuando se analice la subida del nivel del mar).

RCP	Forzamiento radiativo (W/m ²)	[CO ₂] (ppt)	[CO ₂] equivalente combinadas* (ppt)
2,6	2,6	421	475
4,5	4,5	538	630
6,0	6,0	670	800
8,5	8,5	936	1313
*[CO ₂], [CH ₄] y [N ₂ O]			

Tabla 1. Ítems descriptivos de los RCP. Fuente: Resumen para responsables de políticas del documento Bases Físicas del Cambio Climático 2013. Contribución del GT I al 5º Informe del IPCC.

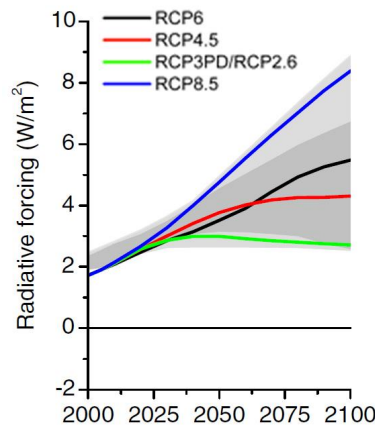


Figura 1. Forzamiento radiativo de las vías de concentración representativas. El área gris claro captura el 98% del rango en escenarios IAM anteriores, y el gris oscuro representa el 90% del rango. Fuente: Web

⁵ United Nations Environment Programme (2021). Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On - A World of Climate Promises Not Yet Delivered. Nairobi. <https://www.unep.org/es/resources/emissions-gap-report-2021>

⁶ Los usos y límites adecuados de los RCP se detallan con los datos de publicación de RCP en el sitio web <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb>

⁷ <https://www.psmml.org/products/reconstructions/jevrejevaetal2008.php>



IPCC. De van Vuuren et al (2011) *The Representative Concentration Pathways: An Overview*. Cambio climático, 109 (1-2), 5-31.

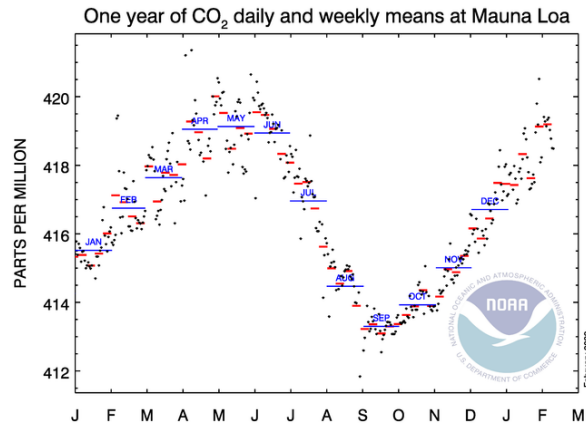


Figura 2. Promedios preliminares de CO2 atmosférico semanales (línea roja), mensuales (línea azul) y diarios (puntos negros) en Mauna Loa para el último año. Fuente: Global Monitoring Laboratory (GML) of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Cabe tener en cuenta, así mismo, que inmerso en su sexto ciclo de evaluación, en 2019 el IPCC publicaba un *Informe especial sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante* (entre otros) y en abril de 2021 presentaba la primera parte de su 6º informe (AR6), correspondiente al Grupo de Trabajo 1 sobre las bases de la ciencia física, que vuelve a actualizar los posibles escenarios. Todos los que nos mantienen por debajo de los 2°C de incremento en el medio plazo, pasan por un descenso inmediato de las emisiones.

	CORTO PLAZO 2021-2040		MEDIO PLAZO 2041-2060		LARGO PLAZO 2081-2100	
	Mejor estimado (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimado (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimado (°C)	Rango muy probable (°C)
SSP1_1.9	1.5	1.2-1.7	1.6	1.2 - 2.0	1.4	1.0 - 1.8
SSP1_2.6	1.5	1.2-1.8	1.7	1.3- 2.2	1.8	1.3 - 2.4
SSP2_4.5	1.5	1.2-1.8	2	1.6-2.5	2.7	2.1-3.5
SSP3_7.0	1.5	1.2-1.8	2.1	1.7-2.6	3.6	2.8-4.6
SSP5_8.5	1.6	1.3-1.9	2.4	1.9-3	4.4	3.3-5.7

Tabla 2. Diferencias relativas de temperatura superficial global promedio respecto del periodo 1850-1900 en los distintos escenarios del AR6. Fuente: Resumen para los formuladores de políticas. Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física. Contribución GTI al Sexto Informe IPCC.

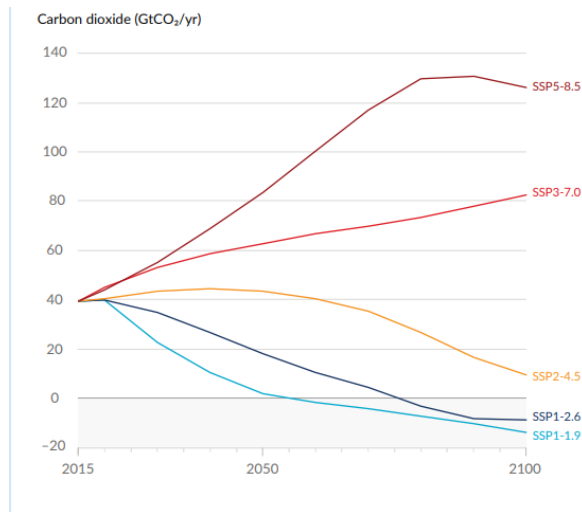


Figura 3. Sendas representativas de emisiones según AR6. Fuente: Resumen para los formuladores de políticas. Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física. Contribución GTI al Sexto Informe IPCC ⁸

Cada vez que se actualizan los datos nos encontramos en el peor de los escenarios y, de no cambiar las políticas actuales y tomarse las decisiones adecuadas a tiempo, con toda probabilidad, las proyecciones recogidas en este estudio resultarán también demasiado optimistas.

No se cuenta aún con proyecciones regionalizadas de los estudios del 6º ciclo del IPCC para la dimensión costera, pero sí arrojan luz sobre un hecho irrefutable: la subida del nivel del mar ha sido infravalorada en los anteriores informes debido, al menos, a posibles errores en el modelado del fenómeno de deshielo⁹.

2.2 INSTRUMENTOS.

Para el desarrollo de este estudio se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

⁸ IPCC, 2021: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)].

⁹ IPCC, 2019: "Resumen para responsables de políticas", en: Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del IPCC [H. O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (eds.)].

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 10/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



- Sucesivos informes del IPCC, especialmente los informes del GT1 sobre las bases científicas del cambio climático de los informes quinto (2013) y sexto (2021), así como el informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante (2019).
- Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española. MITECO, 2016.
- Estrategia para la protección de la costa de la provincia de Cádiz, Málaga y Almería, considerando los efectos del cambio climático. MITECO 2019-2021.
- Evaluación del riesgo de inundaciones marinas asociadas a la subida del nivel del mar en la costa Andaluza, realizado en 2017 por el Departamento de Geografía Física y AGR de la Universidad de Sevilla.

2.3 HERRAMIENTAS.


Para este estudio en particular se utilizan los visores de la AdapteCCa y C3E. Los datos obtenidos de ellos se contrastan con los estudios e informes más actualizados disponibles, a fin de aproximar e interpretar adecuadamente los mismos.

El visor de AdapteCCA:

La plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de la Oficina Española de Cambio Climático, AdapteCCa, es una herramienta al servicio de todos aquellos expertos, organizaciones, instituciones y agentes interesados en acceder e intercambiar información, conocimientos y experiencias sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como un instrumento para potenciar la comunicación entre todos ellos.

Esta plataforma integra el “visor de escenarios de cambio climático de AdapteCCa”¹⁰, que permite consultar las proyecciones regionalizadas de cambio climático para España realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) en el marco de la iniciativa Escenarios PNACC y concretamente, de la colección de Escenarios PNACC 2017.

¹⁰ <http://escenarios.adaptecca.es>

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 11/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Esta iniciativa integra los resultados de distintos proyectos internacionales de regionalización dinámica y estadística como Euro-CORDEX¹¹ y VALUE, con las proyecciones nacionales desarrolladas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y por el Grupo de Meteorología de Santander (CSIC - Universidad de Cantabria).

Las variables disponibles de interés en el presente estudio son:

- Velocidad media del viento a 10 metros sobre el suelo.
- Velocidad máxima del viento a 10 metros sobre el suelo.

El visor C3E.

En el marco del proyecto “Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático en la costa española”, perteneciente al Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta), financiado por el MITECO, se han desarrollado proyecciones regionales de cambio climático de variables marinas necesarias para el estudio de impactos costeros a lo largo de toda la costa española.


Las variables disponibles son:

- Nivel del mar asociado a la marea meteorológica.
- Aumento del nivel medio del mar.
- Aumento del nivel del mar compuesto.
- Oleaje (altura, periodo y dirección).
- Temperatura superficial del mar.

Los datos generados proporcionan información sobre los cambios esperados para los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5 hasta fin del siglo XXI y una serie de parámetros de estas variables y climatologías¹².

¹¹ CORDEX (*Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*) es un esfuerzo internacional coordinado por el Grupo de Trabajo sobre Clima Regional (GTCR) del Programa Mundial de Investigación del Clima para proporcionar un diseño homogéneo de la salida del modelo climático regional para los usuarios.

¹² <http://www.c3e.ihcantabria.com/>

	CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779	05/03/2025 14:16	PÁGINA 12/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

El visor del Climate Central.

Es una herramienta de detección de riesgo costeros avalada por instituciones como la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) o la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA).

Este visor aporta proyecciones realizadas sobre los datos del informe especial del IPCC sobre los mares y la criosfera y representan una elevación que triplica las estimaciones de la vulnerabilidad global al aumento del nivel del mar y las inundaciones costeras anteriores. Las proyecciones se basan en el último modelo digital de elevación disponible (CoastalDEM) que utiliza redes neuronales para reducir el error SRTM¹³ de la NGA y la NASA. Muestra que 190 millones de personas (150-250 M, IC 90%) ocupan actualmente tierras por debajo de las líneas de marea alta proyectadas para 2100 en un escenario de bajo bajas emisiones de carbono. Estas cifras triplican los valores basados en SRTM. Bajo un escenario de altas emisiones esa cifra aumenta hasta los 630 millones de personas para 2100, y hasta 340 M para mediados de siglo¹⁴.

3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS ENTORNOS COSTEROS

Según el ya mencionado informe especial sobre los océanos y la criosfera, es *prácticamente seguro que los océanos hayan sufrido un aumento de la temperatura sin interrupción desde 1970 y hayan absorbido más del 90% del exceso de calor en el sistema climático. Desde 1993, el nivel de calentamiento de los océanos se ha duplicado con creces. Es muy probable que la frecuencia de las olas de calor marinas se haya duplicado desde 1982 y que su intensidad vaya en aumento. Al absorber más CO₂, los océanos han sufrido una mayor acidificación en la superficie. Se ha producido una pérdida de oxígeno desde la superficie hasta los 1.000 m.*

¹³ STMR es el acrónimo de la *Shuttle Radar Topography Mission*, proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial, NGA, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA para obtener un modelo de elevación digital (DEM) hasta ahora el más utilizado para evaluar las exposiciones de la población mundial y nacional a niveles extremos de agua costera.

¹⁴ Kulp, S.A., Strauss, B.H. Los nuevos datos de elevación triplican las estimaciones de la vulnerabilidad global al aumento del nivel del mar y las inundaciones costeras. *Nat Commun* 10, 4844 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 13/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



En los últimos decenios, el calentamiento global ha provocado una gran reducción de la extensión de la criosfera y un aumento de la temperatura del permafrost.

El nivel medio del mar a escala mundial está aumentando, y la aceleración observada en los últimos decenios obedece al ritmo cada vez más rápido de la pérdida de los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida, así como a la pérdida constante de masa de los glaciares y la expansión térmica del océano. Los aumentos de los vientos y las precipitaciones de los ciclones tropicales, así como los incrementos de las olas extremas, combinados con el aumento del nivel del mar relativo agravan los fenómenos relacionados con el nivel del mar extremo y los peligros costeros.

Durante el siglo XXI, se prevé una transición del océano a condiciones sin precedentes, con un aumento de las temperaturas (prácticamente seguro), una intensificación de la estratificación de la capa superior del océano (muy probable), un incremento de la acidificación (prácticamente seguro), una disminución del oxígeno (nivel de confianza medio) y una alteración de la producción primaria neta (nivel de confianza bajo) (...). De acuerdo con las proyecciones, se debilitará la circulación meridional de retorno del Atlántico.

Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante, IPCC, 2019.

Considerando que en las zonas costeras bajas actualmente residen alrededor de 680 millones de personas (casi el 10% de la población mundial de 2010), y se prevé que esta cifra se eleve a más de 1.000 millones en 2050¹⁵, es un grave problema que no dejará indiferentes tampoco a las regiones de interior. Obviamente, todos estos cambios también afectarán a los ecosistemas, los seres vivos y los numerosos y necesarios servicios que obtenemos de ellos.

¹⁵ IPCC, 2019: "Resumen para responsables de políticas", en: Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del IPCC [H. O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (eds.)].

	CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779	05/03/2025 14:16	PÁGINA 14/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



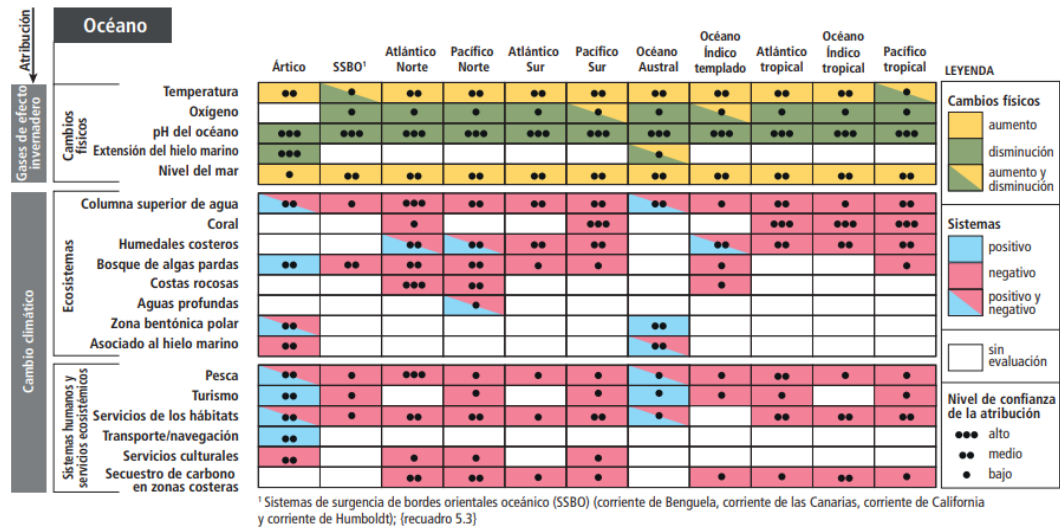


Figura 4. Impactos regionales observados que se derivan de cambios en los océanos y la criosfera. Fuente: Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante, IPCC, 2019.

4 COMPORTAMIENTO DEL NIVEL DEL MAR.

La subida del nivel del mar es una de las consecuencias del cambio climático sobre la que existe mayor grado de consenso.

Desde principio del siglo XX el nivel del mar ha subido de manera global unos 20 cm, lo cual supone una subida de 1,2 - 1,8 mm / año desde principios del siglo XX al presente (Church y White, 2006; Church et al., 2013).

Evaluación del riesgo de inundaciones marinas asociadas a la subida del nivel del mar en la costa Andaluza. 2017. Universidad de Sevilla

Para analizar la situación en el entorno estudiado, se extrae del visor C3E la información relativa a los siguientes parámetros para el punto más cercano disponible (ver figura 5):

- Nivel medio del mar (MSL),
- Marea meteorológica (MM),
- Nivel del mar compuesto (NMC).

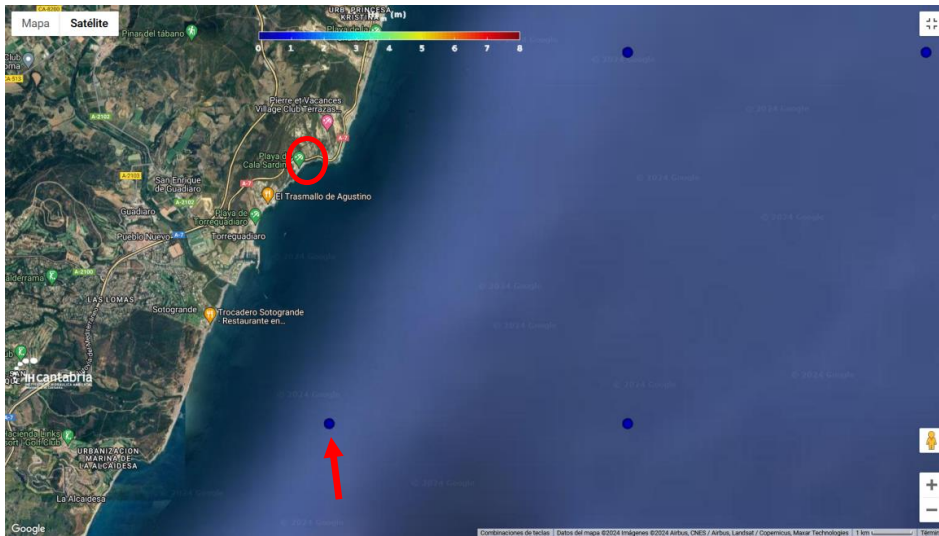


Figura 5. Ubicación del punto de toma de datos (flecha) y de la ubicación del Chiringuito Cai (círculo). Fuente: C3E.

Se observa un aumento del nivel medio del mar para cualquiera de los escenarios desde el corto plazo. Los datos coinciden en todos los puntos próximos a costa.

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	0,1532	0,5635
4.5	0,1454	0,1532

Tabla 3. MSL Incremento nivel medio del mar (m) respecto de 1986 - 2005. Fuente: C3E.

Se observa un aumento del nivel medio del mar desde el corto plazo.

Respecto de la **marea meteorológica**, la Estrategia española para la adaptación costera al cambio climático afirma que existe bastante discordancia entre los distintos modelos climáticos en el futuro. No obstante, y en general, se prevé una disminución en toda la costa española (salvo Canarias, donde tiende a aumentar hasta en un 10%). El visor arroja para San Roque datos coherentes con esta afirmación:

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	-0,0156	-0,0338
4.5	-0,0082	-0,0051

Tabla 4. MM 99.9%. Cambios en la marea meteorológica, con margen de confianza 99% respecto de 1985-2005 (m). Fuente: C3E.

A partir de las proyecciones climáticas del nivel medio del mar (MSL) y marea meteorológica (MM), se obtiene el nivel del mar total en ausencia de oleaje (es decir,

sin tener en cuenta el *run-up*¹⁶) pero teniendo en cuenta el efecto de la marea astronómica. Para ello, se ha reconstruido la serie temporal a lo largo del siglo XXI de la marea (asociada a las fuerzas gravitacionales del Sol y la Luna). La variable de nivel del mar compuesto (NMC) se ha calculado como la suma de la marea astronómica, la marea meteorológica y las variaciones del nivel medio del mar. Tras dichos cálculos, el visor aporta los siguientes datos:

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	0.1558	0.5656
4.5	0.1483	0.4165

Tabla 5. Cambios en el valor medio del nivel del mar compuesto (NMC) respecto de 1985-2005 (m). Fuente: C3E.

Según la Estrategia Española de Adaptación Costera al cambio climático, el aumento del nivel del mar ha sido especialmente notable desde el año 1993 en toda la costa atlántica.

Por otro lado, el propio IPCC prevé que el aumento relativo del nivel del mar a fines de siglo sea más rápido en todos los escenarios, incluidos los compatibles con el logro de la meta de temperatura a largo plazo establecida en el Acuerdo de París. Y, aunque el aumento del nivel del mar no es globalmente uniforme y varía regionalmente debido a la expansión térmica, la dinámica oceánica y las contribuciones de pérdida de hielo terrestre, se aprecia a nivel global una clara tendencia al alza de los datos a medida que estos se van actualizando.

El informe especial sobre mares y criosfera recoge que “en un escenario de emisiones altas (RCP 8,5), las proyecciones del aumento del nivel del mar a escala mundial para 2100 son superiores a las indicadas en el Quinto Informe de Evaluación, debido a la mayor contribución del manto de hielo de la Antártida. En los próximos siglos, en la RCP 8,5, se prevé que el aumento del nivel del mar superará tasas de varios centímetros por año y se traducirá en un aumento de varios metros (...)”¹⁷. Y arroja los siguientes datos:

¹⁶ *Run-up* o remonte: Ascenso de la lámina de agua sobre el talud de la costa asociado a los procesos de rotura del oleaje.

¹⁷ IPCC, 2019, Informe océanos y criosfera {Recuadro general 5 del capítulo 1; recuadro general 8 del capítulo 3; 4.1; 4.2; 5.2.2, 6.3.1; figuras RRP.1, RRP.4, RRP.5}.

VARIABLE	RCP 2.6	RCP 8.5
NMC	0.43 m	0.84 m

Tabla 6. Nivel medio del mar global respecto de 1986 - 2005 para finales de siglo. Fuente: Informe especial sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante. IPCC 2019.

Este informe prevé que *la pérdida de masa de los glaciares, el deshielo del permafrost y la disminución del manto de hielo a escala mundial, así como la disminución de la extensión del hielo marino del Ártico continúe en el corto plazo (2031-2050) debido a los aumentos de la temperatura del aire en superficie, con consecuencias inevitables para la escorrentía de aguas fluviales y los peligros locales. Asimismo, que los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida sufrirán pérdidas de masa a un ritmo creciente durante el siglo XXI y posteriormente. De acuerdo con las proyecciones, las tasas y magnitudes de estos cambios criosféricos se incrementarán aún más en la segunda mitad del siglo XXI en un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero. Todo ello con un nivel de confianza alto.*

En su última actualización (Informe de síntesis, AR6, 2023), el IPCC afirma que si el calentamiento global alcanza entre 2°C y 3°C de media, efectivamente las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida occidental podrían derretirse casi por completo y de manera irreversible durante miles de años, lo que provocaría un aumento **de varios metros** del nivel del mar.

El estudio *Evaluación del riesgo de inundaciones marinas asociadas a la subida del nivel del mar en la costa Andaluza*, realizado en 2017 por el Departamento de Geografía Física y AGR de la Universidad de Sevilla, recoge; *Pese al consenso sobre la relación entre la subida del nivel del mar y el cambio climático, constatarlo dentro de unos márgenes fiables depende tanto de la calidad de los Modelos de Circulación Global (MCG) desarrollados, como de los escenarios climáticos definidos que asumen una serie de supuestos sobre el futuro de nuestras sociedades. En cualquier caso, todos los modelos y escenarios climáticos coinciden en que el fenómeno se agravará durante el siglo XXI. Hasta el momento, las predicciones oscilan entre modelos más conservadores, derivados del Quinto informe del IPCC (AR5) de 2013 (Church y White, 2006; Gregory, 2013) y otros más pesimistas (Rahmstorf, 2007; Jevrejeva et al., 2008; Pfeffer, et al., 2008), en adelante, modelo Jevrejeva. Los pronósticos realizados a partir de la constatación de estas diferencias implican ascensos de entre 1 y 2 metros a finales siglo XXI, independientemente del escenario elegido.*

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 18/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Este estudio propone una nueva proyección para el nivel del mar, si bien solo a largo plazo (2100), donde los datos son más acordes a los propuestos por el último informe del IPCC:

VARIABLE	RCP 4.5	RCP 8.5	Jevrejeva
NMCm	0.53	0.74	0.84

Tabla 7. Subidas del nivel del mar pronosticadas para finales de siglo según diferentes modelos. Fuente: Evaluación del riesgo de inundaciones marinas asociadas a la subida del nivel del mar en la costa Andaluza. Universidad de Sevilla. 2017.

Pero la inundación de la costa no solo es provocada por el ascenso del nivel del mar sino también por eventos meteorológicos extremos. Además de la interacción entre los elementos (oleaje, viento, batimetría, nivel de marea...) el fenómeno de la inundación presenta la complicación añadida de que algunos de los factores (marea meteorológica, oleaje, viento...) son variables aleatorias y, por tanto, su ocurrencia está sujeta a una determinada probabilidad.

Así, cada evento de inundación tendrá una probabilidad de ser sobrepasado y, por lo tanto, la obtención de las máximas inundaciones, para cada perfil batimétrico, serán función del periodo de retorno o el tiempo medio en años que tardan en repetirse dichos eventos extremos.

En todo caso, cuanto mayor sea el nivel compuesto del mar, menor será el periodo de retorno de los temporales (es decir, ocurrirán con más frecuencia), mayor será la erosión de la costa y mayores los previsibles impactos asociados, como se verá en los siguientes apartados.

El *Climate Central* ofrece la siguiente proyección sobre inundación a 2050, bajo una trayectoria de emisiones similar a la actual (SSP3-7.0, AR6):

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 19/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



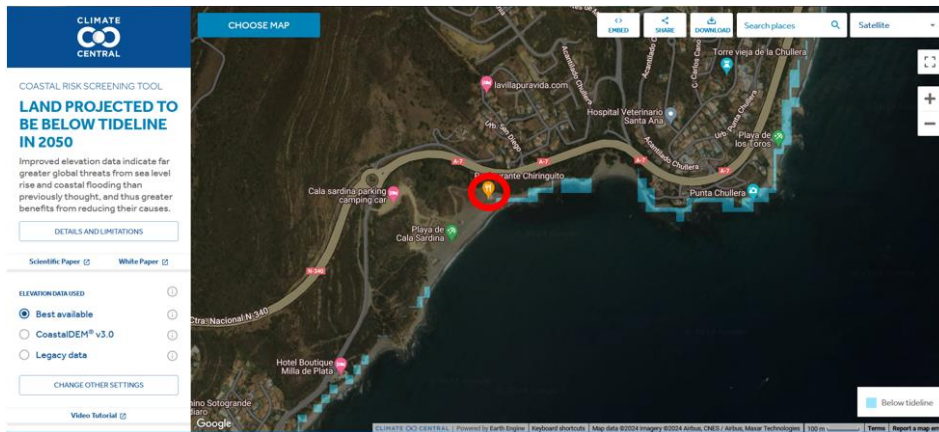


Figura 6. Imagen del visor Climate Central, centrada en el entorno del Chiringuito Cai. Disponible en https://coastal.climatecentral.org/map/16/-5.2543/36.3102/?theme=sea_level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&basemap=hybrid&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=ssp3rcp70&percentile=p95&refresh=true&return_level=return_level_0&rl_model=coast_rp&slr_model=ipcc_2021_med

5 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.

El oleaje se define en función de 4 variables;

- Altura de ola significativa (H_s): Altura media del tercio de olas más altas en un periodo de tiempo dado.
- Periodo medio (T_m): el tiempo medio que transcurre entre las crestas de dos olas consecutivas que pasan por el mismo punto.
- Periodo de pico (T_p): el periodo del grupo de ondas con más energía se denomina periodo de pico. Cuanto más regular es el oleaje más se parece T_p a T_m .
- Dirección media del oleaje.

A nivel nacional, según la *Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático*, los resultados de las proyecciones a futuro muestran que la altura

	CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779	05/03/2025 14:16	PÁGINA 20/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



de ola significativa tiende a disminuir tanto a corto como a largo plazo, en toda la costa española salvo en el mar de Alborán e islas Canarias. El descenso más acusado se espera en el Golfo de Cádiz para el escenario RCP8.5 y el periodo 2081-2100, donde se estima que tanto el valor medio como el percentil 99% disminuyan en un 10% respecto a su valor actual, como puede observarse en las imágenes:

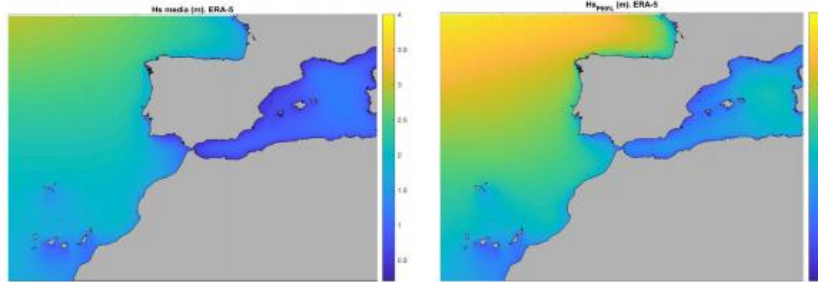


Figura 7. Valores medios (izquierda) y percentil del 99% de la altura de ola significativa (m) (derecha), obtenidos a partir de las variables atmosféricas procedentes del reanálisis ERAS (1985-2005). Fuente: Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático.

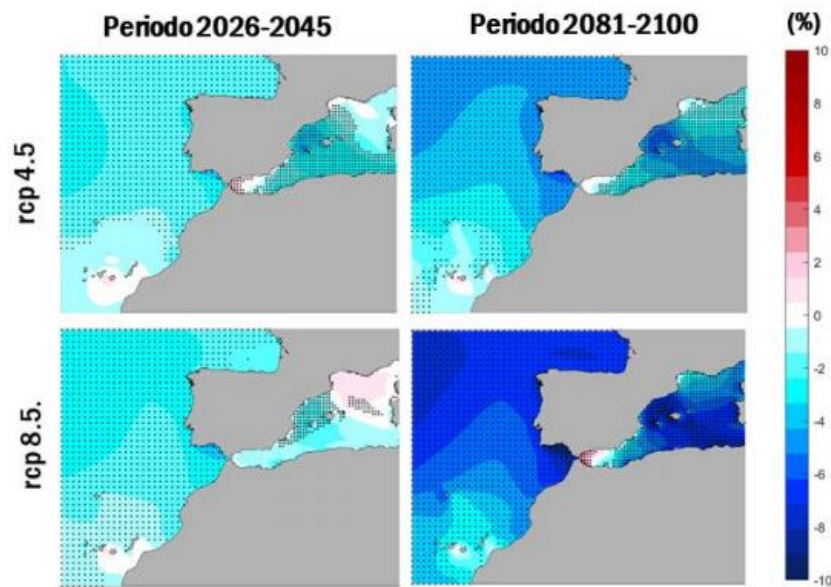


Figura 8. Cambios en el valor medio de la altura de ola significativa (Hs) para los dos escenarios y periodos analizados. Los cambios se han representado en tanto por cien respecto a los valores medios de la base de datos histórica de referencia. Los puntos indican una coincidencia en el signo del cambio en, al menos, el 80% de los modelos climáticos analizados. Fuente: Estrategia española para la adaptación de la costa al cambio climático.

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 21/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Si bien hay que decir que, a día de hoy, hay muy pocas estimaciones de cómo cambiarán las olas a lo largo del siglo XXI para los distintos escenarios de cambio climático.

Según el visor C3E para la Playa del Cabrero, efectivamente, el oleaje disminuye en todos los escenarios:

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	-0,1341	-0,1303
4.5	-0,0867	-0,1999

Tabla 8. Altura de ola significativa (Hs 99.9%). Fuente: C3E.

Confirmando, efectivamente, la tendencia descendente para la altura de ola.

A nivel nacional los resultados de las proyecciones sobre el valor medio del **periodo de pico** y su percentil 99% estiman un ligero descenso en toda la costa atlántica. Se espera que este valor disminuya ligeramente (descenso inferior al 4%) en la mayor parte de la costa, a excepción del Golfo de Cádiz, aunque llama la atención que esta disminución en su valor coincida con una menor concordancia entre los distintos modelos¹⁸.

Según el visor, centrado en la playa del Cabrero el periodo pico aumenta en todos los escenarios:

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	0,0404	0,0876
4.5	0,0606	0.0469

Tabla 9. Periodo pico medio (Tm en segundos). Fuente: C3E

En cuanto al clima marítimo, el rango de marea es de 0,8 m y predominan los oleajes del E y ESE, siendo más energético el oleaje del ESE donde la H 12 alcanza un valor de 3,93 m, según la Estrategia de Protección de la Costa. Además, se observa una disminución de la energía durante el verano, sin embargo, no variaciones direccionales.

¹⁸ Extraído del informe *Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española*. Tarea 2: proyecciones de alta resolución de variables marinas en la costa española. MITECO, 2019.



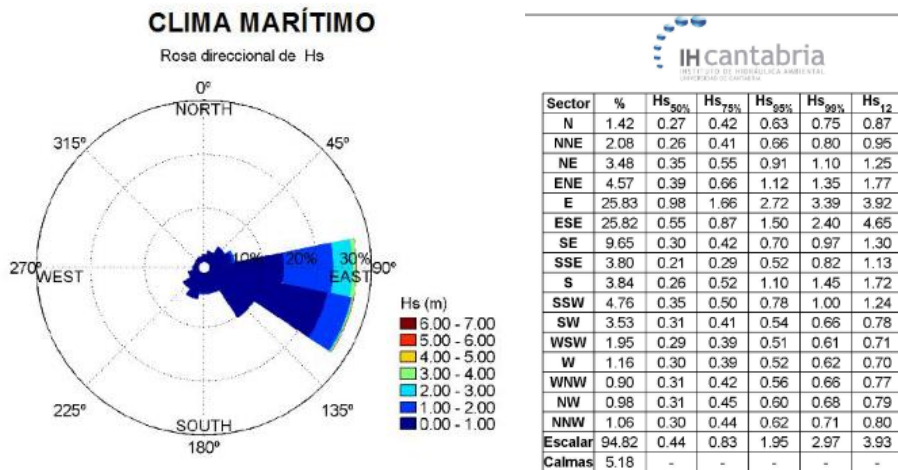


Figura 9. Oleaje en la UC-CA23. Fuente: Estrategias para la protección costera en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. Anejo 1. Caracterización del clima marítimo. 2019.

No se esperan cambios significativos según el visor:

ESCENARIO	2026-2045	2081-2100
8.5	-1.6448	-4.5227
4.5	-2.5806	-2.1120

Tabla 10. Dirección del oleaje Fuente: C3E.

6 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.

Las variables con relación al comportamiento futuro del viento que pueden ser observadas gracias al visor de la AdapteCCa son la velocidad media y la velocidad máxima del viento registradas a 10 metros sobre el suelo. Se extraen los datos correspondientes al periodo histórico, así como para el corto, medio y largo plazo, en los RCP 4.5 y 8.5. Aparentemente, en un contexto de cambio climático en San Roque, la variación no es relevante independientemente del escenario planteado y, en todo caso, marca una levisima tendencia ascendente.

VARIABLE	ESCENARIO	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Velocidad media del viento	8.5	18,873	18,912	18,958	19,060
	4.5		18,852	18,902	18,940
Velocidad máxima del viento	8.5	26,927	26,849	26,805	26,793
	4.5		26,819	26,771	26,828

Tabla 11. Velocidad media y máxima del viento (km/h). Fuente: Iniciativa Escenarios-PNACC 2017. AdapteCCa.

7 TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA

Los cambios en la temperatura superficial del agua (SST) tendrán fuertes efectos sobre la vida marina y los ecosistemas costeros. La gran capacidad de absorción de calor de los océanos hace que, en general, éstos se calienten más despacio que la atmósfera, pero, aun así, los posibles cambios a lo largo del siglo XXI serán sustanciales.

La siguiente figura muestra la SST media en el periodo histórico (1986-2005) y los cambios proyectados a finales de siglo (2081-2100) para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5. Se puede observar cómo se espera un aumento de SST especialmente para el segundo escenario.



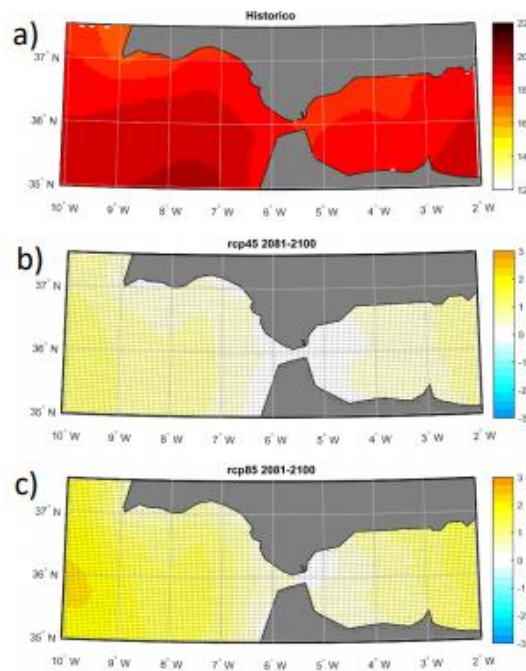


Figura 10. Variaciones de SST respecto de los datos históricos (a) en los escenarios RCP 4.5 (b) y RCP8.5 (c) a largo plazo. Fuente: Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española.

La figura anterior se ve apoyada por los datos del visor C3E para San Roque, donde parece probable que el ascenso de la temperatura de la superficie del mar sea paulatino en el tiempo y más acusada en el peor escenario.

ESCENARIO	HISTÓRICO	2026-2045	2081-2100
8.5	17,75	0,09	0,297
4.5		0,07	0,15

Tabla 12. Incremento de temperatura superficial (°C). Fuente: C3E

La Estrategia española de adaptación costera al cambio climático, señala que desde el año 2000 al 2018, la temperatura del agua superficial en el Estrecho de Gibraltar y costa mediterránea andaluza (así como en el Golfo de Cádiz) ha sufrido un incremento elevado de la temperatura en un periodo corto de tiempo.

Asimismo, existen evidencias científicas de que las olas de calor marinas se han duplicado, aumentado la intensidad del viento de los ciclones, a nivel global.

De hecho, ya es evidente que todos esos datos son absolutamente conservadores y, récord tras récord de temperatura superficial del mar, 2024 ha vuelto a romper todas



las barreras, superando los 21°C, incluso muy por encima de lo que cabía esperar debido a la anomalía del niño, como puede verse en la gráfica inferior. La línea azul se corresponde con el último Niño (2016).

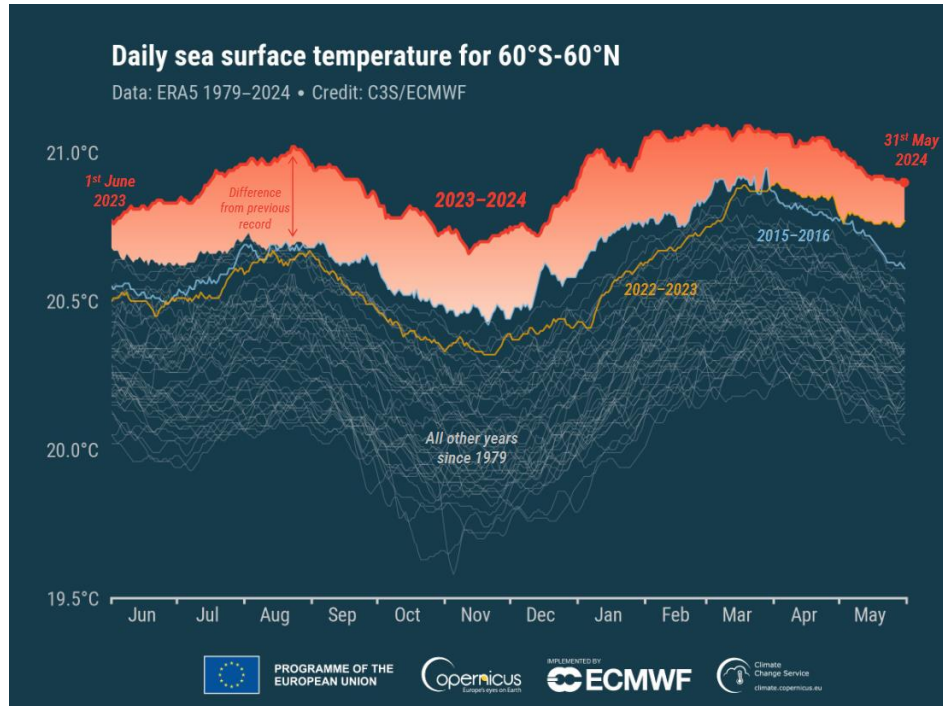


Figura 11. Temperatura superficial del mar entre los 60°N-60°S, desde 1979 hasta la actualidad. En azul se aprecia la última anomalía debida al Niño, en 2016. Disponible en https://sites.ecmwf.int/data/c3sci/bulletin/202405/press_release/

Esta variable no es baladí y de ella depende uno de los principales riesgos al que nos enfrentamos en la actualidad: la ralentización de la Circulación Meridional Atlántica (AMOC) que podría derivar en su colapso.

La AMOC es una corriente vital para la regulación del clima de la Tierra, se trata de la rama atlántica de la circulación termohalina (térmica y salina) y puede entenderse como una cinta transportadora marina y global que distribuye oxígeno, nutrientes, carbono y calor a lo largo del planeta. Se calcula que mueve unos 15 millones de metros cúbicos de agua por segundo, transportando con ese movimiento hasta el 25% del calor atmósfera-océano hacia el hemisferio norte.

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 26/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Sin haber consenso, ya hay estudios muy serios que postulan que la AMOC podría colapsar en la década de 2030¹⁹. Algo que debe ser evitado a toda costa, puesto que las consecuencias, además de irreversibles serían nefastas para el clima en el norte de Europa que sufriría un descenso de temperatura insostenible, mientras el plantea seguiría calentándose alrededor. Así mismo, cambiarían los patrones de lluvia de los cinturones tropicales y subiría un metro más el nivel medio del mar.

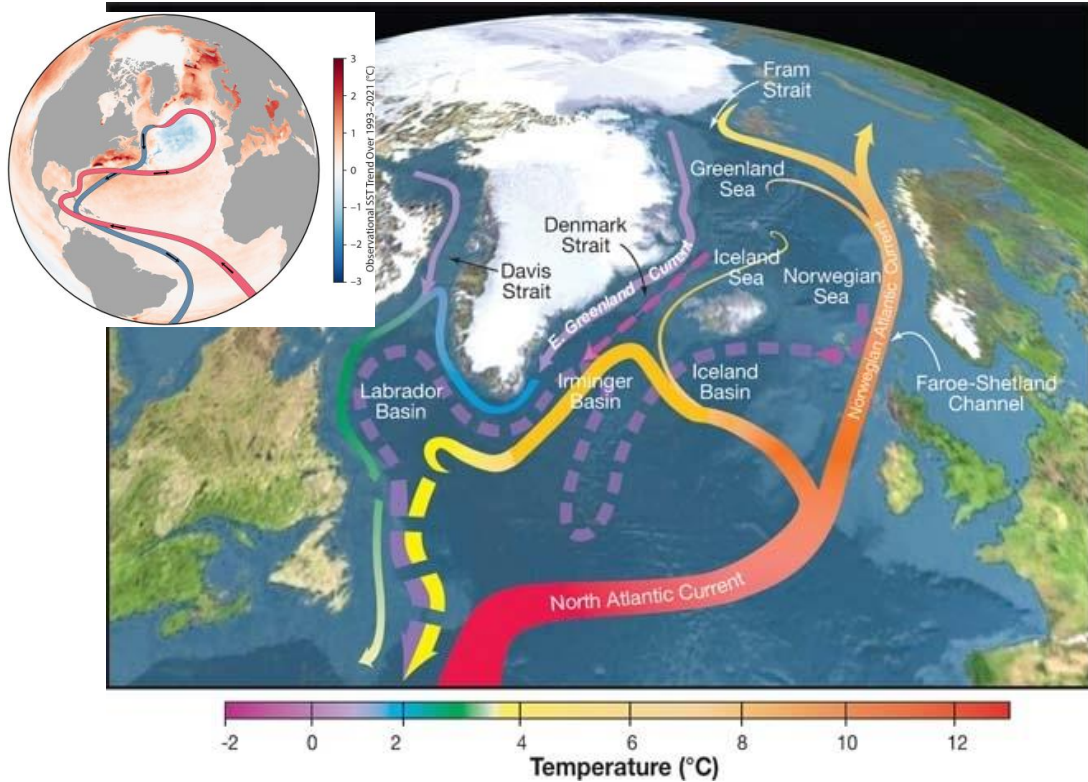


Figura 12. Flujos superficiales actuales (líneas continuas) y los flujos profundos (líneas discontinuas) para el Atlántico norte y los mares nórdicos. Figure modified from R. Curry and C. Mauritzen © Woods Hole Oceanographic Institution. Disponible en: <https://tos.org/oceanography/article/is-the-atlantic-overturing-circulation-approaching-a-tipping-point>

¹⁹ Swingedouw D, Bily A, Esquerdo C, Borchert LF, Sgubin G, Mignot J, Menary M. On the risk of abrupt changes in the North Atlantic subpolar gyre in CMIP6 models. Ann N Y Acad Sci. 2021 Nov;1504(1):187-201. doi: 10.1111/nyas.14659. Epub 2021 Jul 2. PMID: 34212391.

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 27/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



8 RIESGO DE EROSION Y DIAGNÓSTICO INTEGRADO.

La Estrategia para la protección de la costa en la provincia de Cádiz considerando los efectos del cambio climático²⁰ (MITECO, 2021), realiza un análisis del riesgo de erosión y un diagnóstico integrado de cada tramo de playa, a fin de proponer las medidas de protección más adecuadas.

Dicha estrategia recoge la zona objeto de estudio en la Unidad de Gestión Costera UG-CA 23.5 que contiene las calas encajadas en acantilado y la playa del Cabrero:

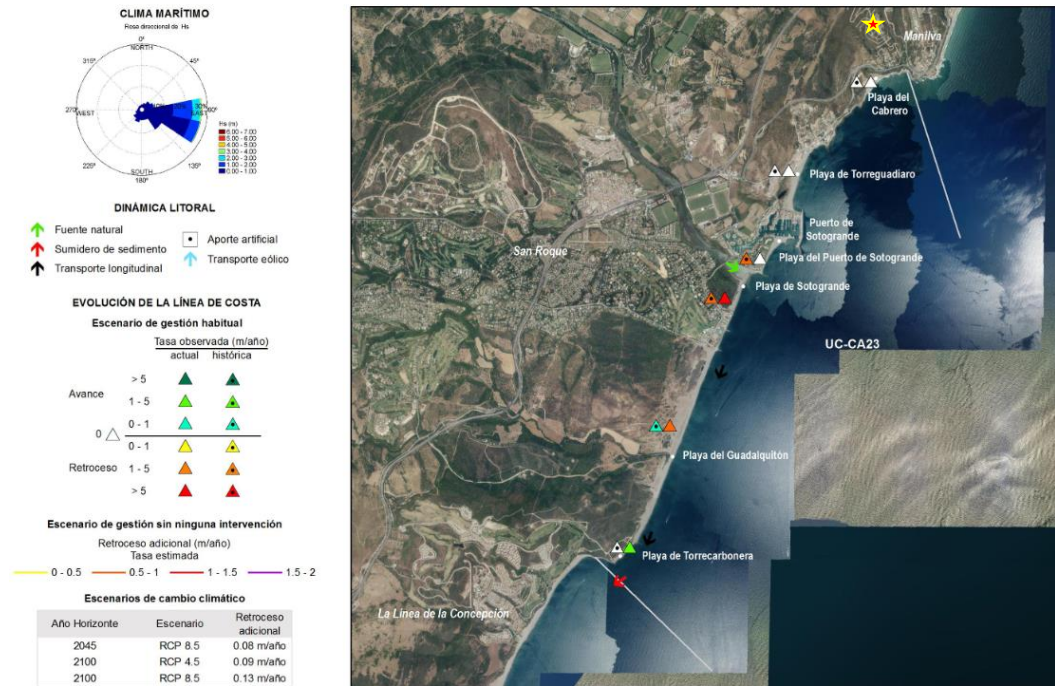


Figura 13. UG-CA 23 y ubicación del Chiringuito Cai señalada con una estrella. Estrategia para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. Anejo 1. Modelo morfodinámico de funcionamiento. MITERD 2020.

El sistema morfodinámico de funcionamiento indica que en el sur, la playa de Torrecarboneras se encuentra en acreción con una tasa de avance de la línea de costa de 1.5 m/año (históricamente en equilibrio). Las playas del Guadalquítón y de Sotogrande presentan unas de las mayores tasas de erosión de la provincia, de 4.5 y 7 m/año respectivamente. Históricamente la playa del Guadalquítón presentaba avances de la línea de costa de 0.5 m/año y la de Sotogrande retrcesos de 4.5

²⁰ <https://www.miteco.gob.es/es/costas/participacion-publica/00-epc-andalucia.aspx>

m/año, lo que demuestra que el problema de falta de aporte sedimentario por parte del río Guadiaro se está agravando y extendiéndose a playas más al sur. El resto de playas de la unidad se encuentran en equilibrio actualmente, tal y como muestra la siguiente tabla. Históricamente, la playa del Puerto de Sotogrande retrocedía 3 m/año, mientras que las playas de Torreguadiaro y del Cabrero al norte de esta unidad se encontraban en equilibrio.

Unidad Costera	PLAYAS	TASA EROSIÓN ACTUAL (m/AÑO)
UC-CA23	Playa de Torrecarbonera	En acreción
	Playa del Guadalquítón	4.5
	Playa de Sotogrande	7
	Playa del Puerto de Sotogrande	0
	Playa de Torreguadiaro	0
	Playa del Cabrero	0

Tabla 13. Tasa de erosión de las unidades de gestión correspondientes a UC-CA23. Fuente: Estrategia de protección costera. MITECO. 2021.

Las siguientes tablas recogen las tasas de erosión promedio (en m³/año) entre 2020 y los años horizonte (2045 y 2100) asociadas al cambio climático para toda la Unidad Costera. Considerando el escenario RCP 4.5 el retroceso neto es de 7.2 m en el año horizonte 2100 y según el escenario RCP 8.5 los retrocesos netos son de 2 m y 10.4 m en los años horizonte 2045 y 2100, respectivamente.

RETROCESO ADICIONAL (m/AÑO)		
2045	2100	
8.5	4.5	8.5
0,08	0,09	0,13

Tabla 14. Retroceso adicional de las playas de UC23 según escenario y periodo. Fuente: Estrategia de protección costera. 2021.

RETROCESO NETO (metros en el año horizonte)		
2045	2100	
8.5	4.5	8.5
2	7,2	10,4

Tabla 15. Retroceso neto en la UC23 según escenario, en los años horizonte. Fuente: Estrategia de protección costera. 2021.

La estrategia calcula el nivel de peligrosidad relativo a la erosión crónica y a la erosión debida al oleaje, para varios escenarios futuros:



ESCENARIO	AÑO HORIZONTE	ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO	ESCENARIO DE GESTIÓN	OBSERVACIONES
E0	2020	-	-	Escenario de referencia: permite establecer el nivel de riesgo en la situación actual.
E1	2030	-	Gestión habitual	Este periodo se corresponde a la duración de los estudios técnicos y procesos administrativos necesarios para llevar a cabo la implementación de algunas medidas de gestión. En este corto plazo los efectos del cambio climático se consideran despreciables.
E2			Sin intervención	
E3	2045	RCP8.5	Gestión habitual	Durante este periodo los diversos escenarios de cambio climático resultan prácticamente indistinguibles (por lo que solo se considera el más pesimista).
E4			Sin intervención	
E5	2100	RCP4.5	Gestión habitual	Dentro de 80 años. En este caso los distintos escenarios de cambio climático pueden arrojar resultados claramente diferenciados
E6			Sin intervención	
E7		RCP8.5	Gestión habitual	
E8			Sin intervención	

Tabla 16. Escenarios climáticos definidos por la estrategia de protección costera. Fuente: Diagnóstico 1. Análisis del riesgo de erosión, EPC, MITECO 2021.

La “gestión habitual” hace referencia a aquellos escenarios (E1, E3, E5 y E7) en los cuales se asume que se continúa aportando sedimentos a la playa según el ritmo actual y se realizan actuaciones de mantenimiento sobre las defensas costeras existentes, mientras que los escenarios “sin intervención” (E2, E4, E6 y E8), son aquellos donde se presupone que todo esto no ocurre, por lo que las playas se erosionan a un ritmo mayor, las estructuras existentes colapsan en el largo plazo y la exposición del frente costero aumenta.

Calcula la peligrosidad por erosión crónica a partir del ancho de playa seca para cada Unidad de Gestión, mientras que la peligrosidad asociada a los eventos erosivos deriva del porcentaje de olas que alcanzan el frente costero. Y determina los siguientes niveles de peligrosidad, clasificados por colores:



Posteriormente, para determinar la peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo, se definen varios subsistemas dentro del sistema costero, a saber: medio humano, medio natural, medio socioeconómico (donde se incluyen las ocupaciones del Dominio



Público Marítimo-Terrestre entre las que se incluiría el chiringuito) e infraestructuras críticas.

La caracterización para E0 (actualmente) del subsistema socioeconómico en toda la Unidad Costera es la siguiente:

ELEMENTO DE VALOR	NIVEL DE PELIGROSIDAD	NIVEL DE EXPOSICIÓN - VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO
Ocupaciones DPMT	Moderado 2	Leve 1	Moderado 1,5

Figura 14. Valoración de la peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo de las ocupaciones del DPMT en CA23.5 y E0. Fuente: Anejo 2. Resultados del análisis del riesgo en Cádiz, EPC, MITECO 2021.

A futuro encontramos la siguiente valoración del peligro por erosión crónica y por oleaje:

PELIGROSIDAD	ESCENARIOS EN EL TRAMO								
	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Ancho de playa seca (m)	32	32	32	30	30	23	23	19	19
Nivel	Sin afección	Sin afección	Sin afección	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Grave	Grave
Oleajes que alcanzan el frente costero (%)	12	12	12	14	14	23	23	34	34
Nivel	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Grave	Grave

Tabla 17. Peligrosidad crónica y asociada al oleaje que alcanza el frente costero, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021.

Es decir, existe un peligro de carácter moderado desde el medio plazo que se agrava para los escenarios de altas emisiones en el largo plazo, para el ancho de playa seca. Respecto de la posibilidad de que el oleaje alcance el frente costero, el riesgo es moderado en cualquier escenario de emisiones y gestión desde la actualidad, tornándose grave en el largo plazo.

La valoración de la exposición es moderada en el medio plazo para el escenario sin gestión y grave en el largo plazo, para cualquier escenario de emisiones, siempre sin gestión.

EXPOSICIÓN	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	Leve	Leve	Leve	Leve	Moderada	Leve	Grave	Leve	Grave

Tabla 18. Exposición de las ocupaciones en DPMT, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021.

Con ello, el nivel de riesgo para las ocupaciones de DPMT, en este tramo resulta moderado desde la actualidad y grave para el largo plazo en el escenario de altas emisiones y sin gestión:



RIESGO	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Grave

Tabla 19. Riesgo de las ocupaciones en DPMT, en CA23.5. Fuente: Anejo 2. Resultados para Cádiz del Análisis de erosión. Estrategia de protección costera. MITECO 2021.

A continuación, la Estrategia determina en un Diagnóstico Integrado los riesgos de erosión, inundación y percepción de un conjunto de problemas definidos para cada subsistema. En el tramo donde se ubica el Chiringuito Cai, en cala sardina, también denominada playa del Cabrero, aparece un punto crítico de ocupación del DPMT con valor de 1, en un rango de 1 a 3. En general, se obtiene la siguiente valoración:

Nº Reg. Entrada: 202599902538640. Fecha/Hora: 05/03/2025 14:16:59

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 32/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	





ESTRATEGIA PARA LA PROTECCIÓN DE LA COSTA EN LAS PROVINCIAS DE CÁDIZ, MÁLAGA Y ALMERÍA CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Anejo 1. Diagnóstico integrado en las UG de Cádiz



UG-CA23.5

- ↔ Área bajo amenaza significativa de erosión
- ↔ Área con riesgo potencial significativo de inundación

MEDIO HUMANO

Población residente (hab.)	380
Población visitante (nº)	23

MEDIO NATURAL

Área natural (Ha)	82.74
Frente costero natural	
Acartillado	
Acartillado en erosión	
Dunas	
Zona con figura de protección	

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Ocupaciones del DPMT (nº)	1
Área urbana (Ha)	29.69

- Frente costero construido
- Actividades económicas

INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

- Abastecimiento y saneamiento
- Industria
- Patrimonio
- Transporte, energía y comunicaciones



187 | P á g i n a



Este proyecto está financiado por el programa de Ayuda a las Reformas Estructurales de la Unión Europea e implementado en colaboración con EUDC y sus socios, y la Comisión Europea



Figura 15. Diagnóstico integrado UCA23. Fuente: Anejo 1. Diagnóstico integrado en las Unidades de Gestión de Cádiz.

9 TEMPORALES

Los eventos de inundación costera provocados por temporales se relacionan con el término de marea meteorológica, es decir, con la elevación de la superficie de la mar provocada por:

- El viento perpendicular a la costa.
- La bajada de la presión atmosférica.

Este fenómeno también está influenciado por el oleaje energético (gran altura de rompiente y extensión de batida) y por la marea astronómica, puesto que actúan como un sumatorio en el fenómeno de inundación. Además, las condiciones morfológicas de la playa y su evolución son fundamentales para analizar la capacidad de respuesta ante la acción de temporales de diferente período de retorno. La presencia de determinados ecosistemas como puedan ser dunas o marismas, ejercen, en este sentido, una labor imprescindible de protección.

Los datos analizados apuntan a que el oleaje no cambia de dirección ni se incrementa en el entorno, como tampoco lo hace el viento, y que la propia marea meteorológica disminuye en toda España.


Esta playa en concreto se encuentra en equilibrio en la actualidad, si bien presenta un riesgo moderado de erosión y cuenta con un sistema dunar de protección.

A nivel global las previsiones apuntan a un aumento de los temporales costeros²¹ cuestión que, sin duda, afectará al chiringuito.

Respecto de los últimos temporales, Cala Sardina se ha visto afectada al menos en 2017, 2019 y 2022, cuando ha requerido de intervención por entrada de agua en la mayor parte de la playa, anegación de arena hasta el aparcamiento y daños en los chiringutos.

Una cuestión a tener muy en cuenta es que los temporales parecen cambiar su comportamiento estacional y no quedar limitados al invierno, pudiendo producirse en primavera o en otoño.

²¹ Según la Estrategia Española de Adaptación Costera al Cambio Climático: *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.* Afirmación que refuerza el informe especial sobre océanos y criosfera del IPCC cuando dice que los fenómenos que antes presentaban un periodo centenario, en el suroeste de la Península, pasan a un periodo anual antes de 2040, debido al efecto del aumento del nivel del mar.

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 35/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

De hecho, si se observan algunas de las variables climatológicas relacionadas con la temperatura, como por ejemplo la temperatura máxima, en el corto, medio y largo plazo, a través de las estaciones del año se aprecia un aumento en todos los casos más acusado en otoño.

ESTACIÓN	1971-2000	2011-2040	2041-2070	2071-2100	DIFERENCIA
PRIMAVERA	20,62	21,44	22,66	23,31	2,69
VERANO	29,75	30,81	31,89	33,14	3,39
OTOÑO	23,28	24,71	26,13	27,79	4,51
INVIERNO	15,69	16,64	17,85	19,36	3,67

Tabla 20. Temperaturas máximas en RCP 8.5 por estaciones en el corto, medio y largo plazo. Fuente: Adaptecca.

Esta tendencia es similar analizando otras variables (noches cálidas, olas de calor, etc.). Se debe prever, por tanto, que un aumento en las temperaturas provoque un aumento en la intensidad de los factores que generan los temporales costeros (como la temperatura superficial del mar y el viento). Así mismo, que un cambio en las estaciones del año conlleve también un cambio en la temporalidad de los eventos extremos, incluidos los temporales costeros.

10 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Se recogen a continuación las medidas de adaptación previstas en las dos estrategias costeras, de adaptación y protección, frente al cambio climático.

10.1 Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española.

Tal como recoge la Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española en su sección tercera sobre medidas de adaptación *la selección de las medidas más adecuadas es sumamente complejo debido a la incertidumbre en la evolución y la acumulación de impactos asociados al cambio climático.*

En general, la estrategia prioriza la integración de *conjuntos de opciones que se caractericen por su robustez y flexibilidad para hacer frente a un amplio rango de escenarios futuros, ya que llevan aparejados beneficios adicionales, más allá de la mera adaptación al cambio climático.*

Asimismo, y en consonancia con la *Comunicación de la Comisión Europea: “Infraestructuras verdes: mejora del capital natural de Europa” (COM(2013) 249 final)*, la Estrategia prioriza, en la medida de lo posible, *aquellas medidas de adaptación basadas en soluciones naturales, dado que aportan beneficios ecológicos,*



económicos y sociales gracias a la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. En su defecto, se dará preferencia a soluciones que combinen infraestructuras verdes con otras para garantizar la reducción del riesgo.

Entendiendo que esos mismos criterios de priorización deben regir todo intento de adaptación, se exponen a continuación los bloques de medidas propuestos en la Estrategia que se consideran más adecuados al objeto de este estudio, indicando su categoría y aplicación.

1. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Descripción según la Estrategia:

La realización del diagnóstico actual y la evolución temporal de riesgo debido a los efectos del cambio climático y de los eventos extremos en las costas españolas se dirige principalmente a evaluar los principales impactos que éstos pueden producir, tanto en los sistemas naturales como en los sistemas socioeconómicos localizados en la costa, muy especialmente en aquellos sectores estratégicos para la sociedad española y en las infraestructuras. El diagnóstico incluirá, al menos, los impactos de inundación y erosión en los sistemas costeros (...).

Además de los riesgos y consecuencias para el periodo temporal fijado como línea de base, el diagnóstico establecerá los riesgos y consecuencias proyectadas para medio y largo plazo sobre la base de las proyecciones de la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición que se puedan obtener con base en la información científico-técnica disponible, acotando las incertidumbres y formulando el diagnóstico en términos útiles para la toma de decisiones incluida su valoración económica.

Aplicación:

El presente estudio recoge el diagnóstico del riesgo actual y futuro emanado de la Estrategia de Protección de la Costa frente a los efectos del cambio climático. Se entiende el riesgo como la combinación de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad. Como se ha visto en los apartados anteriores tanto la peligrosidad como el riesgo en la Unidad Costera CA23 son moderados.

2. INTRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA Y PROTOCOLOS DE EVACUACIÓN

Descripción según la Estrategia:

Se trabajará en coordinación con Protección Civil, tanto a nivel nacional como con las Comunidades Autónomas, además de con AEMET para su implantación y operación.

Aplicación:

Se aconseja establecer un protocolo de actuación en caso de aviso de temporal costero.

3. REGENERACIÓN DE PLAYAS Y SISTEMAS DUNARES

Descripción según la Estrategia:

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 37/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Se realizarán actuaciones en la línea de las realizadas dentro del Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al cambio climático en España, PIMA Adapta 2015. El objetivo es poner en marcha, con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático en nuestro país.

Esta opción considera la regeneración de playas y sistemas dunares que, por acción antrópica, efecto del cambio climático o eventos extremos sean afectados por niveles de erosión o degradación no aceptables. Su función fundamental es la de reducir los efectos de la erosión, aunque también protege frente a la inundación. Es una medida efectiva, aunque no definitiva si el origen de la erosión no se ataca directamente.

Compatible con el concepto de infraestructura verde

Aplicación:

Pueden organizarse actividades en relación a la conservación, regeneración y/o puesta en valor de las dunas, a fin de fomentar su protección y crecimiento y, con ello, la protección de la propia playa.

4. CAPACITACIÓN Y CONCIENCIACIÓN

Descripción según la Estrategia:

Capacitación para técnicos y especialistas y profesionales de las administraciones y del sector privado en forma de cursos, talleres o publicaciones que favorezcan una mejor aplicación del conocimiento y experiencia existente para conseguir una mejor adaptación al cambio climático en la costa, así como para hacer frente a las consecuencias de los eventos extremos. Asimismo, se promoverán acciones conducentes a la concienciación social y a la de los diferentes agentes que tienen intereses en la costa. Por su naturaleza, se fomentará que las acciones de capacitación y concienciación se realicen en colaboración con agentes públicos y privados.

Este tipo de actuaciones se contemplan dentro del PIMA Adapta.

Aplicación:

A modo de recomendación se sugiere que toda persona vinculada al Chiringuito Cai (y, en general, en el entorno costero), reciba la adecuada formación/sensibilización para comprender la fragilidad del ecosistema, los riesgos actuales, la capacidad de autoprotección y las buenas prácticas que permitan minimizar las amenazas.

5. GESTIÓN DE CONCESIONES.

Descripción según la Estrategia:

El MAGRAMA desarrollará los instrumentos necesarios para implementar el efecto del cambio climático en la gestión de concesiones en el DPMT Compatible con el concepto de infraestructura verde.

Aplicación:

La obligatoriedad de presentar un estudio de estas características junto a la solicitud de uso u ocupación del DPMT por parte de la promotora para su regularización se encuentra en la línea de esta medida.

Tabla 21. Medidas de adaptación emanadas de la Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española recomendadas para la promotora (San Roque).

CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779		05/03/2025 14:16	PÁGINA 38/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	



Pueden resultar de interés otras medidas recogidas en este Estrategia (algunas recogidas en las medidas establecidas para esta unidad de gestión costera en la estrategia de protección de la costa, como se analiza a continuación) relacionadas con las estructuras de protección, con la regeneración de ecosistemas, la relocalización o incluso con la introducción de seguros y primas específicas que, no obstante, exceden de la capacidad de análisis de este estudio.

La clasificación de las medidas propuestas es la siguiente:

MEDIDA	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2
Diagnóstico y análisis de riesgos.	Tecnología Información	Protección, acomodación y retroceso
Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación.	Tecnología. Información. Comportamiento.	Acomodación.
Regeneración de playas y sistemas dunares.	Ingeniería. Ecosistemas.	Protección
Capacitación y concienciación.	Educación. Información	Otras.
Gestión de concesiones.	Políticas y programas de la administración	Otras.
<p>Protección: Tienen como fin último proteger las zonas en riesgo, ya sean parte del sistema socioeconómico o natural, tratando de evitar que se produzcan los impactos derivados de la inundación, erosión, intrusión salina, etc., mediante la reducción de la peligrosidad y/o especialmente la exposición.</p> <p>Acomodación: Aquellas que, manteniendo los elementos en riesgo potencial en las zonas afectadas, priorizan la reducción de la vulnerabilidad de los mismos mediante la modificación de usos del suelo, la introducción de normativa específica para las infraestructuras y viviendas o la adopción de medidas que aumenten la preparación de los elementos afectados ante los posibles impactos.</p> <p>Retroceso: Abandono planificado de las zonas susceptibles de verse afectadas por los impactos del cambio climático o de los riesgos extremos.</p>		

10.2 Estrategia de protección de la costa de Cádiz, considerando los efectos del cambio climático.

Por su parte, la Estrategia de protección de la Costa determina una serie de medidas para la unidad costera donde se ubica el Chiringuito Cai que, en base al riesgo diagnosticado, clasifica de *intervención prioritaria en el largo plazo*. Esto significa que, a criterio del MITECO, las medidas han de ser implementadas tras el presente ciclo de gestión del riesgo de erosión costera, es decir, a partir de 2045.



Riesgo

Situación actual	Corto plazo	Medio plazo	Largo plazo
Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo

Tabla 22. Grado de riesgo de erosión e inundación para la CA23. Fuente: Catálogo de medidas para la protección de la costa. Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático. 2021.

Intervención: Prioritaria en el largo plazo.

UG-CA23.5 PLAYA DE EL CABRERO (SAN ROQUE)		
ETAPA	MEDIDAS RECOMENDADAS	MEDIDAS NECESARIAS
1 Liberación del DPMT	Recolocación y retirada.	Revisión del deslinde. Identificación de Ocupaciones. Coordinación entre administraciones. Revisión de títulos.
2 Restablecimiento del balance sedimentario		
3 Recuperación de elementos naturales	Educación ambiental (duna). Rehabilitación de dunas.	Mapas y estudios.
4 Defensa y retirada	Mapas y estudios.	
Eje transversal		

Tabla 23. Medidas de adaptación propuestas para la CA23. Fuente: Catálogo de medidas para la protección de la costa. Estrategias para la protección de la costa en las provincias de Cádiz, Málaga y Almería considerando los efectos del cambio climático.

11 CONCLUSIONES

En el tramo donde se ubica el chiringuito:

- Se produce un aumento cierto del nivel mar.
- Los elementos que definen la morfodinámica de la playa (viento y oleaje) no varían de forma significativa en el tiempo.
- La temperatura superficial del agua está en claro aumento.
- Se espera un incremento de los temporales costeros en el corto plazo y pueden producirse tarde en la primavera o pronto en el otoño. Los últimos grandes temporales ya han afectado esta playa.



- La Unidad Costera donde se encuentra Cala Sardina presenta riesgo moderado de erosión e inundación en la actualidad y en todos los escenarios salvo de altas emisiones sin gestión en el largo plazo.
- Esto se traduce en un riesgo integrado muy bajo en la actualidad y bajo en el largo plazo, derivando una intervención prioritaria en el largo plazo y, con ello, una recomendación de medidas de protección a partir de 2045, según el MITECO.
- Esta playa tiene una zona de dunas que aumenta la resiliencia del entorno.
- Se recomienda, sobre todo, realizar actividades de prevención y sensibilización, contribuir a la conservación de las dunas y conocer el avance y comportamiento de la playa.

Se concluye que el Chiringuito puede verse afectado *a futuro* tanto por la inundación debida al aumento del nivel del mar como a los efectos de los temporales costeros. No hay motivo para desaconsejar la ampliación de la concesión, siempre que se cumpla con las recomendaciones.

Autoría:

Revisión y visto bueno,
Carmen Tornero Pinilla

Amanda Rivillas Vitondo
Lda. Ciencias del Mar

Firmado por ***3108** CARMEN
TORNERO (R: ****7677*) el día
20/02/2025 con un certificado
emitido por AC Representación

Atlántida Medio Ambiente S.L.
B-72176779

Lda. Ciencias Ambientales
Colegiada COAMBA Nº 1299

	CARMEN TORNERO PINILLA cert. elec. repr. B72176779	05/03/2025 14:16	PÁGINA 41/41
VERIFICACIÓN	PEGVEBLHPT7BHLUAP2XNN9LQ2ZJAJ4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
