

# ANEJO 1: LOCALIZACIÓN

**ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO REGIONAL .....	2
PROVINCIA DE VALENCIA.....	2
MUNICIPIO DE SAGUNTO .....	3
ACCESOS.....	4

## INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a describir la ubicación geográfica del área a estudio, ubicada en la figura siguiente.

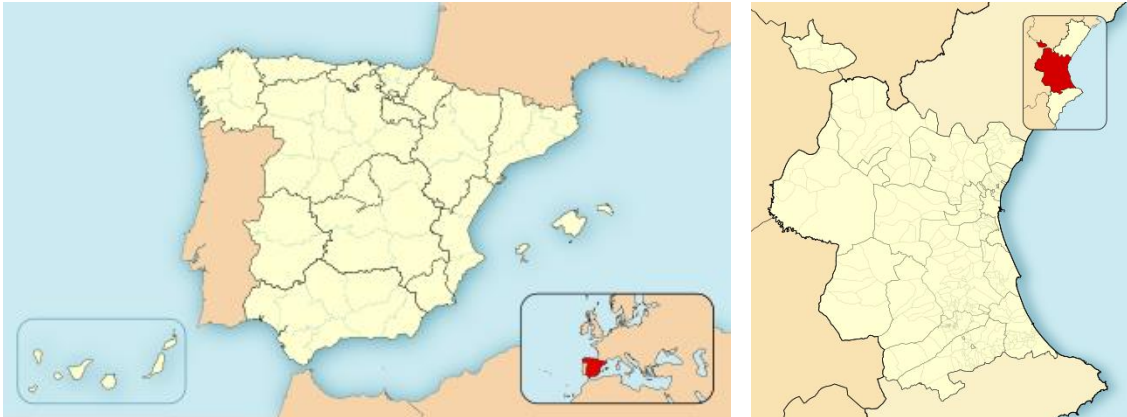


Figura 1 Ubicación de la provincia de Valencia. Fuente: Google Imágenes

## MARCO REGIONAL

La ubicación de la zona en la que se va a actuar corresponde a la Comunidad Autónoma de Valencia, en la costa Este de España y concretamente se ubica en el norte de la provincia de Valencia.

De las tres provincias que componen la Comunidad Valenciana, la provincia de Valencia es la que posee mayor área, contando con una superficie total de 10.814,16 km<sup>2</sup> (lo que equivale al 2,1% del suelo nacional).

En materia de costas y playas, la Comunidad Valenciana goza de ser uno de los destinos principales para ser visitado durante el periodo estival por la calidad de sus aguas y playas mediterráneas, playas como Canet o la Almardá cuentan con bandera azul y ambas se ubican muy próximas a la zona de actuación.

## PROVINCIA DE VALENCIA

La provincia de Valencia posee un relieve heterogéneo, contando tanto con costa como con montañas un poco más hacia el interior.

Por otro lado, hidrográficamente contiene cuatro desembocaduras de ríos principales; el río Júcar, el río Túria, el río Palancia y el Río Serpis. El penúltimo desemboca muy próximo a la zona de actuación, en Sagunto.

La *Marjal del Moro*, perteneciente al municipio de Sagunto, se encuentra dentro de la Comarca *Camp de Morverdre*, la cual cuenta con una población de 91.662 personas, siendo la séptima más poblada de las 17 existentes, por detrás de *Camp de Turia*.

## MUNICIPIO DE SAGUNTO

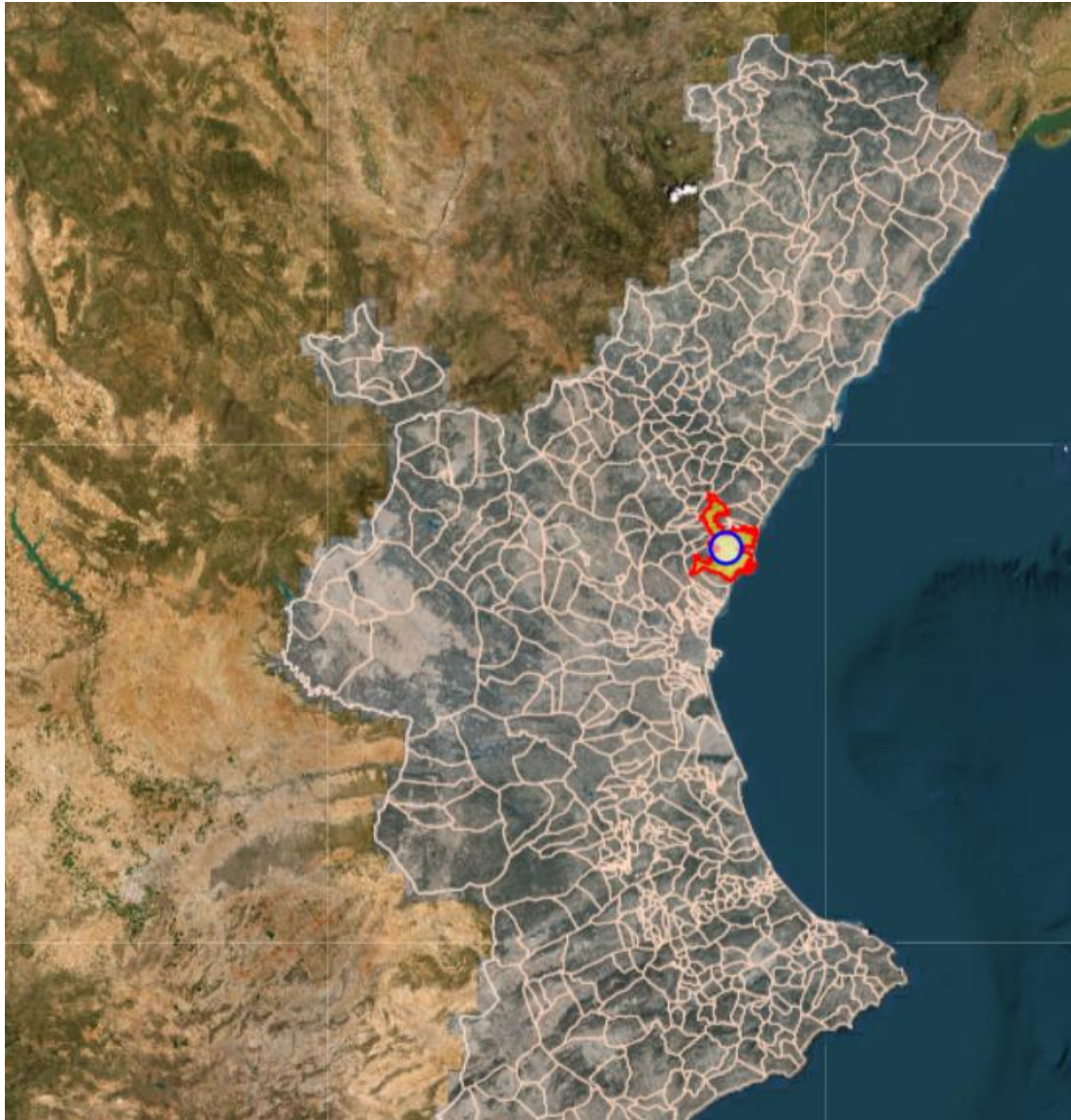


Figura 2 Municipio de Sagunto. Fuente: GVA

Este municipio cuenta con un núcleo más alejado de la costa, la ciudad de Sagunto y propia capital de la comarca.

Más hacia la costa se encuentra el pueblo de el Puerto de Sagunto, situado justo encima del propio Puerto de Sagunto el cual cuenta con una gran importancia para el tráfico de mercancía rodada, productos siderúrgicos, granel líquido y transporte marítimo de corta distancia.

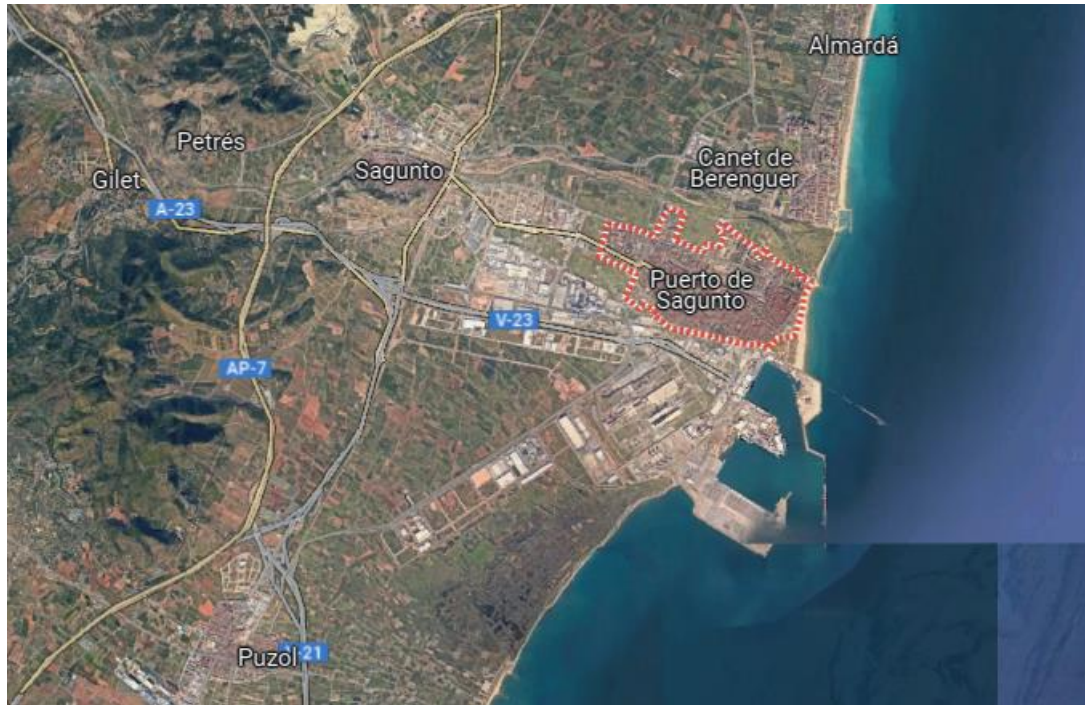


Figura 3 Ubicación del Puerto de Sagunto, Fuente; Google Maps

## ACCESOS

Para acceder a la Marjal del Moro mediante carretera se puede mediante AP-7 tomando la salida número desde Valencia 311 de el Puig de Santa María y siguiendo por la CV 300 hacia Camí la Mar.

También es posible llegar mediante la V-21 desde valencia igualmente hasta la salida 2 dirección Puçol Sur y siguiendo por Camí la Mar en dirección Sagunto.

En transporte público la ubicación se encuentra mal comunicada, siendo la parada más cercana en tren la de Sagunto en cercanías, la cual se encuentra después a 20 minutos en cocheo 2 horas andando.

## ANEJO 2: ESTUDIOS PREVIOS

## ÍNDICE

1	MEDIO FÍSICO .....	4
1.1	CLIMA.....	4
1.1.1	TEMPERATURA .....	4
1.1.2	PRECIPITACIÓN .....	5
2	GEOLOGÍA .....	5
3	ECOSISTEMA MARINO .....	6
4	BATIMETRÍA.....	9
5	CLIMA MARÍTIMO.....	10
5.1	NIVEL DEL MAR .....	10
5.2	RÉGIMEN DE VIENTOS.....	13
5.3	CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE.....	15
5.3.1	RÉGIMEN MEDIO .....	16
5.3.2	RÉGIMEN EXTREMAL .....	19
6	COTA DE INUNDACIÓN .....	22
7	ESTIMACIÓN TRANSPORTE DE SEDIMENTOS .....	27
7.1	CÁLCULO .....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Media de días con precipitaciones superiores a 0,1 mm. Fuente: AEMET .	5
Figura 2	Zona a estudio en la hoja de Burjassot y su leyenda. Fuente: IGME.....	6
Figura 3	Posidonia Oceánica. Fuente: Google Imágenes .....	7
Figura 4	Posidonia Oceánica cerca del ámbito de estudio. Fuente: Visor Cartográfico de GVA.....	7
Figura 5	Biocenosis en el ámbito de actuación. Fuente: Visor Cartográfico de GVA.....	8
Figura 6	Batimetría general. Fuente: MITECO .....	9
Figura 7	Localización del mareógrafo de Sagunto. Fuente: Puertos del Estado ...	10
Figura 8	Esquema de posición del mareógrafo respecto a los niveles del mar. Fuente: Puertos del Estado(Puertos del Estado, 2022) .....	11
Figura 9	Distribución de frecuencia relativa de mínimos y máximos observados. Fuente: Puertos del Estado .....	12
Figura 10	Histograma de nivel horario global. Fuente: Puertos del Estado .....	12
Figura 11	Ubicación zona a estudio y punto SIMAR 2081115.....	13
Figura 12	Rosa de Viento anual. Fuente: Puertos del Estado.....	13
Figura 13	Rosa de Viento Diciembre-Febrero (Izquierda) y junio-Agosto (Derecha). Fuente: Puertos del Estado. ....	14

Figura 13 Localización de la boya de Valencia (En rojo) respecto de la zona de estudio (En amarillo). Fuente: Puertos del Estado.....	15
Figura 14 Medias mensuales de altura de ola durante los últimos 2 años. Fuente: Puertos del Estado .....	17
Figura 15 Rosa del oleaje anual. Fuente: Puertos del Estado .....	17
Figura 16 Regímenes medios de alturas de ola significativas según las direcciones principales. Fuente: Puertos del Estado.....	19
Figura 17 Direcciones del oleaje y frecuencias en régimen extremal. Fuente: Puertos del Estado. ....	20
Figura 18 Ajuste de la distribución de Weibull. Fuente: Puertos del Estado (Puertos del Estado, n.d.-b).....	22
Figura 19 Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Informe_IOLE (IH Cantabria, n.d.).....	23
Figura 20 Esquema representativo de la determinación de los perfiles sumergidos y emergidos. Fuente: Informe IOLE.v4.....	23
Figura 21 Cambio del nivel del mar en el Mar Mediterráneo. Fuente: web IPCC...	24
Figura 22 Localización de la distribución de los puntos seleccionados a estudio. Fuente: Google Earth.....	24
Figura 23 Perfil emergido y sumergido los puntos 1 y 2. Fuente: Elaboración propia .....	25
Figura 24 Perfil emergido y sumergido de los puntos 3 y 4. Fuente: Elaboración propia .....	25
Figura 25. Esquema de ajuste del régimen extremal de cota y distancia de inundación. Fuente: Informe IOLE.v4.....	26
Figura 26 Representación de la distancia de inundación con $Tr = 10$ y $Tr = 50$ años. ....	27
Figura 27 Representación de la distancia de inundación con $Tr = 100$ y $Tr = 500$ años. ....	27
Figura 28 Simulación del oleaje a lo largo de la costa a estudio. Fuente: Elaboración propia .....	28
Figura 29 Acreción de la costa en parte del tramo Sur, siendo la línea amarilla el límite de playa emergida en 2020. Fuente: Google Earth .....	28
Figura 31 Régimen medio de altura de oleaje ajustada a una distribución de Weibull. Fuente: Puertos del Estado. ....	30
Figura 31 Perfil emergido y sumergido de punto próximo. Elaboración propia. ....	30

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Comparación de la temperatura según los años. Fuente: Estación meteorológica de Puçol-Ciudad Jardín. ....	4
---	---



Tabla 2 Comparación de precipitaciones acumuladas durante los años. Fuente: Estación meteorológica de Puçol-Ciudad Jardín.....	5
Tabla 3 Niveles medios del mar en referencia al cero REDMAR y al NMMAlicante: Fuente: Puertos del Estado .....	11
Tabla 4 Estadísticas de mínimos y máximos registrados. Fuente: Puertos del Estado .....	12
Tabla 5 Velocidades del viento según las direcciones y frecuencias. Fuente: Puertos del Estado. ....	15
Tabla 6 Periodo de Pico y Altura Significativa anual. Fuente: Puertos del Estado .	16
Tabla 7 Direcciones y frecuencias del oleaje en nivel medio. Fuente: Puertos del Estado.....	18
Tabla 8 Alturas significante de olas según las direcciones predominantes. Fuente: Puertos del Estado .....	19
Tabla 9 Vida útil mínima en fase de proyecto servicio e IRE. Fuente: ROM_0.01 ..	20
Tabla 10 Probabilidad de fallo ELU según ISA. Fuente: ROM_0.01 .....	21
Tabla 11 Características de los puntos estudiados. Fuente: Programa IOLE.v4 ..	24
Tabla 12 Distancia, cota y área de inundación en el punto 1 .....	26
Tabla 13 Distancia, cota y área de inundación en el punto 2 .....	26
Tabla 14 Distancia, cota y área de inundación en el punto 3 .....	26
Tabla 15 Distancia, cota y área de inundación en el punto 4 .....	26

En este anejo se van a desarrollar datos externos de importante conocimiento para la obra, ya que afectan de forma directa al desarrollo de las actividades y por tanto pueden condicionar algunos aspectos de la obra.

## 1 MEDIO FÍSICO

Para el estudio del medio físico es importante conocer las coordenadas geográficas en las que se ubica el área de actuación.

Latitud: 39°28´50´´N; Longitud: 0°21´59´´O

### 1.1 CLIMA

Las características climáticas se han obtenido de la web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Estas características son el estado promedio de las variables meteorológicas (como la temperatura o las precipitaciones) y la posible variabilidad de la atmosfera en un tiempo determinado.

El clima puede ir variando según los diferentes factores que le influyen, como la latitud, altitud, relieve, distancia al mar... entre otros.

España se caracteriza por un clima muy variado a causa de su ubicación geográfica y la geomorfología que presenta. En total se diferencian 4 climas distintos, el atlántico, mediterráneo, de montaña y subtropical. Este estudio se ubica dentro del **clima mediterráneo**, ubicándose en la costa y mostrando en general lluvias irregulares en otoño y primavera y teniendo veranos con temperaturas bastante calurosas e inviernos más suaves.

A continuación, se van a mostrar los diferentes elementos del clima/variables meteorológicas en la zona de la comunidad Valenciana.

#### 1.1.1 TEMPERATURA

Según los datos recogidos en la estación meteorológica de Puçol-Ciudad Jardín, la temperatura media en el año 2023 fue de 19,2°C y en 2022 de 18,6°C.

AIM	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des		min	màx	mit
2019				15,5	18,8	22,4	26,4	25,8	24,3	20,0	15,0			15,0	26,4	21,0
2020	10,9	14,1	13,9	16,1	20,8	22,7	26,1	26,7						10,9	26,7	18,9
2021	10,6			14,4	19,6	23,2	25,5	26,1	23,5	19,9	14,6	13,8		10,6	26,1	19,1
2022	10,7	12,9	13,1	15,3			28,0	28,0	25,2	21,3	17,3	14,6		10,7	28,0	18,6
2023	11,1	9,9	16,2	17,7	19,2	24,1	27,3	27,3	24,0	21,6		13,0		9,9	27,3	19,2
2024	13,4	14,1	14,6			23,5	26,2							13,4	26,2	18,4

Tabla 1 Comparación de la temperatura según los años. Fuente: Estación meteorológica de Puçol-Ciudad Jardín.

La Temperatura más alta de 2023 se alcanzó en el mes de agosto, teniendo un valor de 36,1°C y la mínima es de 1,4 en enero.

### 1.1.2 PRECIPITACIÓN

La precipitación acumulada en el año 2023 fue de 138,2 mm, bastante menor a la de 2022 que fue de 335,8 mm.

AIM	gen	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	des	min	máx	mit	sum
2019				38,2	15,5	0,0	12,2	0,4	67,2	20,4	1,6		0,0	67,2	19,4	155,5
2020	114,6	2,2	69,4	26,8	18,2	18,2	13,2	6,2					2,2	114,6	33,6	268,8
2021	24,2			50,6	15,4	17,2	7,0	60,8	60,8	14,6	24,2	0,4	0,4	60,8	27,5	275,2
2022	8,0	8,0	131,0	51,8			0,2	12,6	22,0	41,6	44,4	16,2	0,2	131,0	33,6	335,8
2023	1,0	35,8	0,0	0,0	15,4	18,8	7,6	14,8	42,4	0,2		2,2	0,0	42,4	12,6	138,2
2024	5,2	10,0	20,4			16,6	26,8						5,2	26,8	15,8	79,0

Tabla 2 Comparación de precipitaciones acumuladas durante los años. Fuente: Estación meteorológica de Puçol-Ciudad Jardín.

También, según los datos proporcionados por AEMET, Valencia cuenta con una media de 50 días con precipitaciones superiores a 0,1 mm.

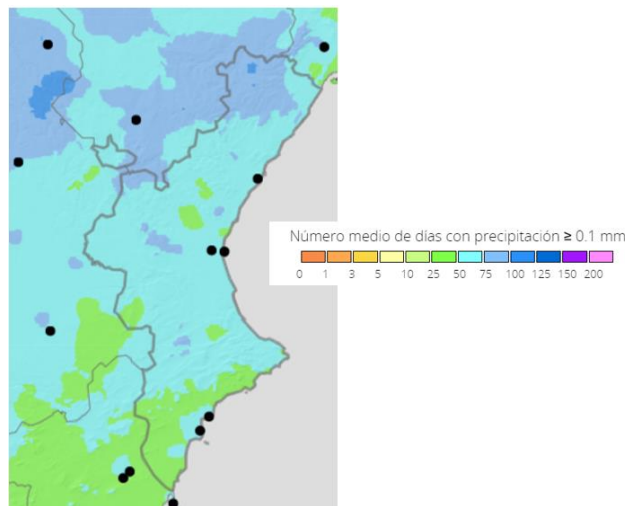


Figura 1 Media de días con precipitaciones superiores a 0,1 mm. Fuente: AEMET

## 2 GEOLOGÍA

En Instituto Geológico y Minero de España es un organismo de investigación el cual proporciona la cartografía geológica y temática a nivel nacional. En lo que geológicamente se refiere, proporcionan el Mapa Geológico Nacional (MAGNA), el cual distribuye el territorio en diferentes hojas 1:50.000 y en ellas muestra las características geológicas correspondientes. Actualmente, cuentan con la 3ª serie actualizada del mapa.

La costa a estudio se ubicada en la hoja 696 (Burjasot), en la que mayoritariamente se encuentran los siguientes materiales. (Instituto Geográfico Minero Español, n.d.)

- 32 LIMOS PARDOS
- 31 ALBUFERA. LIMOS NEGROS
- 2 ARENISCAS
- 35 ALUVIAL-COLUVIAL. ARCILLAS ARENOSAS CON CANTOS

- 26 LIMOS DE INUNDACIÓN. LIMOS GRISES
- 28 MANTOS DE ARROYADA. ARCILLAS ROJAS CON NIVELES DE CANTOS
- 27 MANTOS DE ARROYADA. ARCILLAS ROJAS CON NIVELES DE CANTOS Y COSTRAS ZONALES

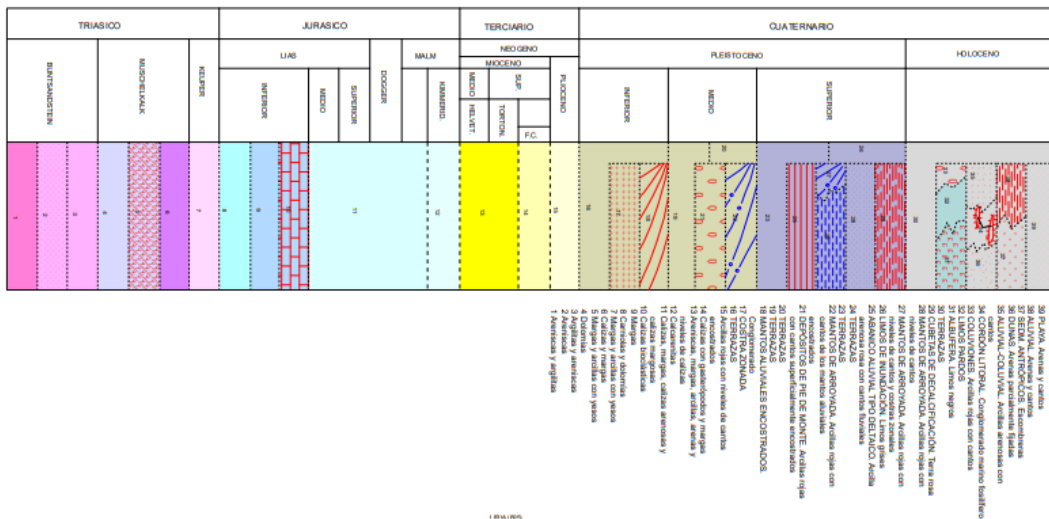
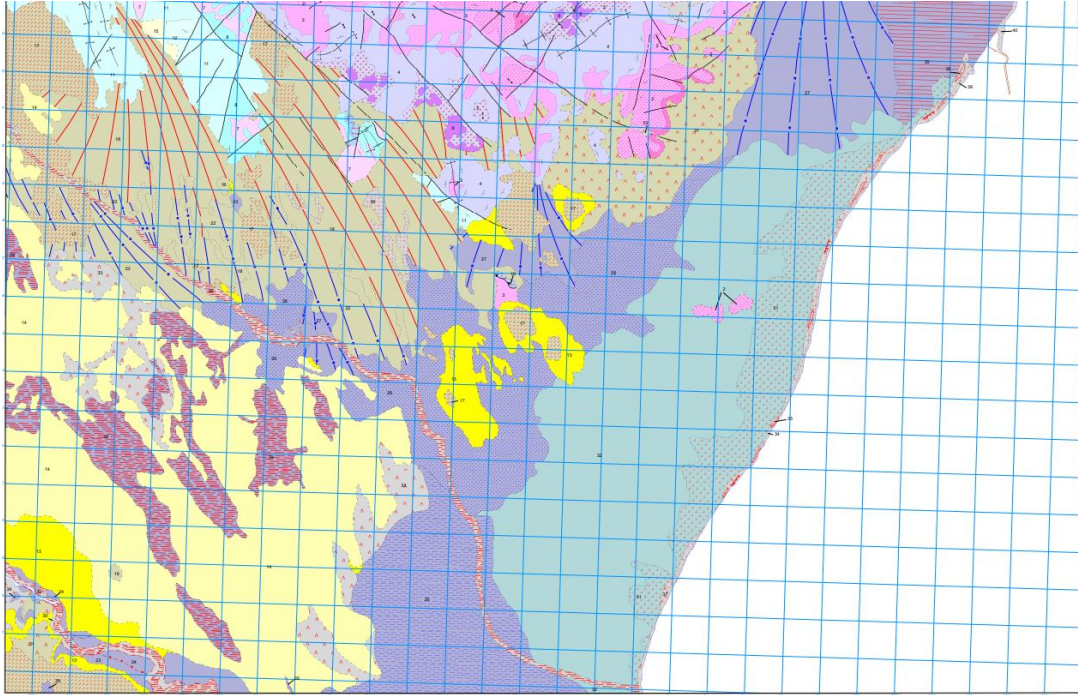


Figura 2 Zona a estudio en la hoja de Burjassot y su leyenda. Fuente: IGME

### 3 ECOSISTEMA MARINO

La costa mediterránea posee mucha biodiversidad en la que hay que destacar la existencia de Posidonia Oceánica, descrita como una planta submarina endémica del mar Mediterráneo, lo que quiere decir que solo se encuentra presente en estas

costas. Esta planta no se encuentra en grandes profundidades y puede sobrevivir en temperaturas de hasta 28°C.



*Figura 3 Posidonia Oceánica. Fuente: Google Imágenes*

Para la costa, tiene un papel muy importante ya que ayuda a prevenir la erosión ya que actúa como una especie de barrera que frena el impacto del oleaje y retiene sedimentos. También contribuye a la emisión de oxígeno a atmosfera por realizar la fotosíntesis y permite que distintos organismos vivan dentro de ella.



*Figura 4 Posidonia Oceánica cerca del ámbito de estudio. Fuente: Visor Cartográfico de GVA.*

La Posidonia Oceánica es una planta muy sensible, pero con la alternativa escogida no se va a llegar a la distancia a la que se encuentra. Aun así, se ha propuesto el uso de barreras antiturbidez para minimizar cualquier tipo de afección que se pueda causar.

No obstante, a parte de esta planta acuática, la costa presenta algunos organismos más que se indican a continuación:

- **Pradera de Caulerpa prolifera**
- **Pradera mixta de Caulerpa prolifera – Caulerpa racemosa**
- **Pradera de Cymodocea nodosa**

También, el fondo marino se encuentra caracterizado mayoritariamente por **arenas finas bien calibradas**

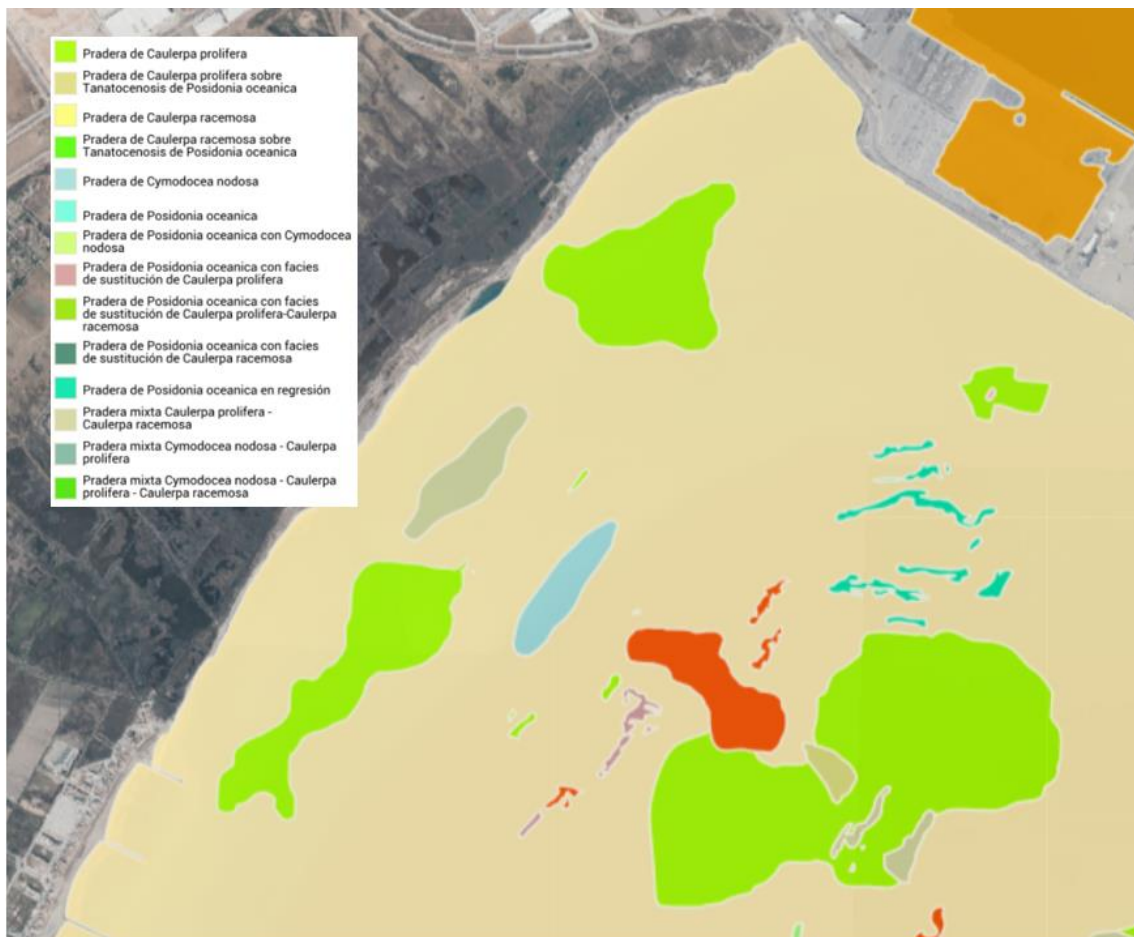


Figura 5 Biocenosis en el ámbito de actuación. Fuente: Visor Cartográfico de GVA.

Al final del presenta anejo se puede encontrar el plano de la biocenosis en formato A3 como información adicional.

#### 4 BATIMETRÍA

La batimetría es la representación de las profundidades oceánicas mediante el trazado de isóbatas, la cual es necesaria para cualquier tipo de construcción marítima, ya que a partir de ella se determinan las cotas y se conocen las irregularidades del terreno.

Para obtener la batimetría a nivel regional se ha recurrido a la web del ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, en la que se encuentra la batimetría proporcionada en formato KMZ por el Plan de Ecocartografías del litoral español, realizada durante los años 2006 y 2007. Si bien es cierto que la información no es reciente, se decide usar igualmente como una estimación inicial, sabiendo que dada la naturaleza del terreno (Mayoritariamente arenas finas) es probable que el lecho marino haya sufrido algún cambio en su batimetría a lo largo de este tiempo.



Figura 6 Batimetría general. Fuente: MITECO

En general, en sentido transversal a la costa se observa una batimetría bastante homogénea, con más pendiente en el primer kilómetro de costa (Se ha aproximado a un ángulo de  $25^\circ$ ) y luego siendo un poco más horizontal (Unos  $15^\circ$ ). En sentido paralelo a la costa, hay algunas discontinuidades que pueden deberse a la presencia del propio Puerto de Sagunto, que al frenar las distintas corrientes y oleaje ha causado cambios en el fondo marino, ya que estas discontinuidades van variando conforme se alejan del mismo.

Esta información se usará tanto en el predimensionamiento de las alternativas como en la simulación de la construcción del dique para poder representar el lecho marino.

## **5 CLIMA MARÍTIMO**

El estudio del clima marítimo es la herramienta para poder estimar y caracterizar las condiciones medias y extremas de distintas variables que pueden afectar a la zona de estudio.

En este estudio se va a analizar principalmente el oleaje, ya que la forma en la que incide en la costa y en las distintas alternativas tiene una relación directa con su funcionalidad en la labor de proteger la costa frente a la erosión.

Para ello se van a usar los datos de Puertos de Estado, tanto en la boya de Valencia para obtener, sobre todo, información sobre el oleaje en aguas profundas y del mareógrafo situado en el Puerto de Sagunto, con el cual se pueden estudiar los niveles del mar.

### **5.1 NIVEL DEL MAR**

Se han obtenido las medidas del nivel del mar a partir del mareógrafo situado en el Puerto de Sagunto. (Puertos del Estado, 2022)



*Figura 7 Localización del mareógrafo de Sagunto. Fuente: Puertos del Estado*

Este mareógrafo con sensor Radar se caracteriza por formar parte del conjunto de datos REDMAR, con registro desde septiembre de 2007.



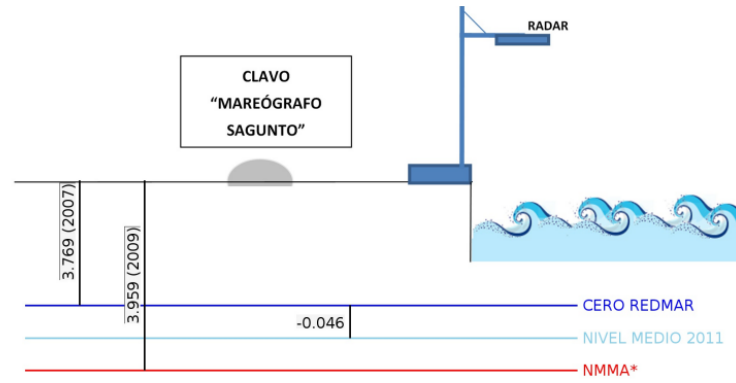


Figura 8 Esquema de posición del mareógrafo respecto a los niveles del mar. Fuente: Puertos del Estado (Puertos del Estado, 2022)

MES	2022		2021		2020	
	REDMAR (m)	ALICANTE (m)	REDMAR (m)	ALICANTE (m)	REDMAR (m)	ALICANTE (m)
ENERO	-1,3	-1,11	-0,36	-0,17	-0,45	-0,26
FEB	1,66	1,85	-0,25	-0,06	-1,53	-1,34
MARZO	-0,91	-0,72	-1,48	-1,29	-0,48	-0,29
ABRIL	-0,66	-0,47	-0,4	-0,21	-0,03	0,16
MAYO	-0,48	-0,29	-0,84	-0,65	-0,3	-0,11
JUNIO	0,18	0,37	-0,08	0,11	0,34	0,53
JULIO	-0,08	0,11	0,02	0,21	0,32	0,51
AGOS	0,23	0,42	0,57	0,76	0,53	0,72
SEP	0,85	1,04	0,74	0,93	0,25	0,44
OCT	0,46	0,65	0,33	0,52	0,37	0,59
NOV	0,61	0,8	1,17	1,36	0,48	0,67
DIC	1,1	1,29	-0,23	-0,04	0,38	0,57

Tabla 3 Niveles medios del mar en referencia al cero REDMAR y al NMMAlicante: Fuente: Puertos del Estado

A parte, se ha obtenido la distribución de frecuencia relativa de mínimos y máximos junto con su serie de máximos y mínimos correspondiente.

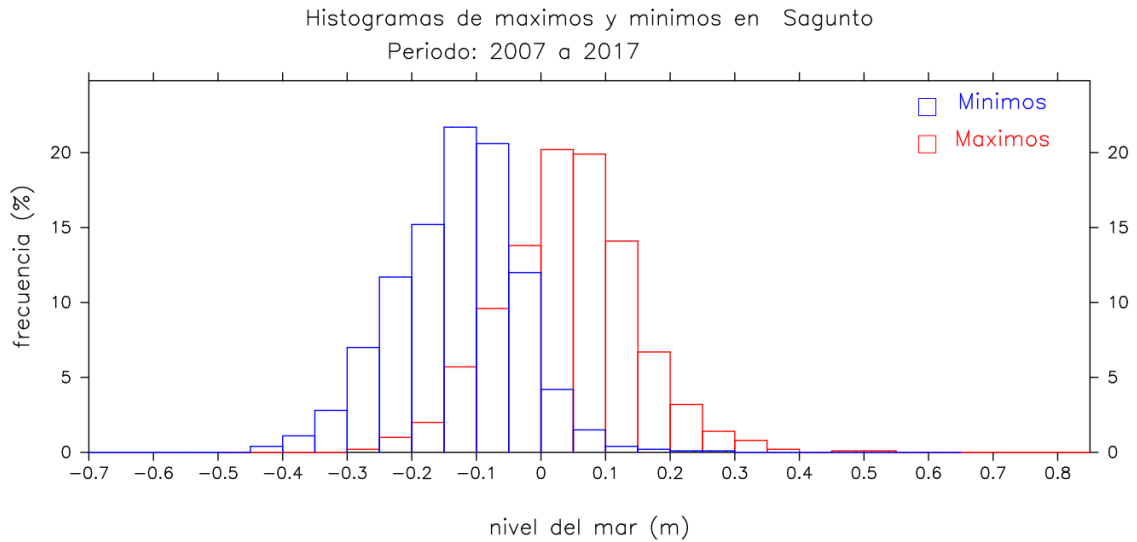


Figura 9 Distribución de frecuencia relativa de mínimos y máximos observados. Fuente: Puertos del Estado

Estadística Mínimos		Estadística Máximos	
Mínima (m):	-0.45	Mínima (m):	-0.29
Máxima (m):	0.31	Máxima (m):	0.55
Media (m):	-0.13	Media (m):	0.05
Desv.Est. (m):	0.10	Desv.Est. (m):	0.10
Moda (m):	-0.12	Moda (m):	0.03
Mediana (m):	-0.12	Mediana (m):	0.04
Sesgo:	-0.11	Sesgo:	0.13
Curtosis:	0.40	Curtosis:	0.71

Tabla 4 Estadísticas de mínimos y máximos registrados. Fuente: Puertos del Estado

Histograma de Nivel Horario (cm) - Mareografo de Sagunto - Cero REDMAR  
Periodo: 2007 - 2024 - Eficacia: 93.54%

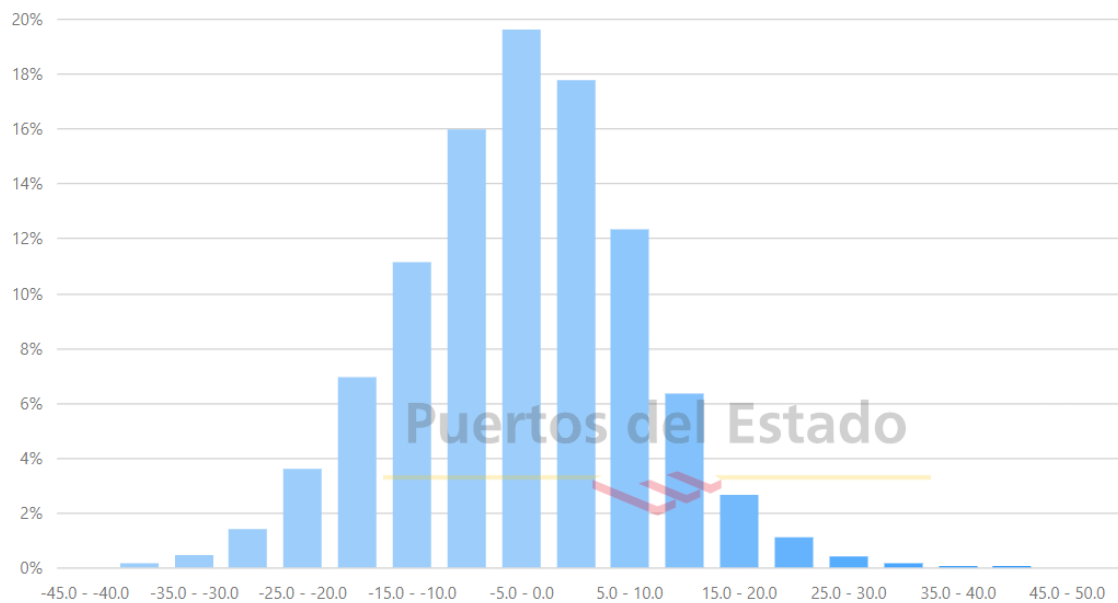


Figura 10 Histograma de nivel horario global. Fuente: Puertos del Estado

Como se puede observar, la mayor frecuencia es el nivel del mar variante entre -5 cm y 0 cm en referencia al cero REDMAR y pocas veces se sobrepasan los 20 cm.

Los valores extremos máximos y mínimos históricos por el mareógrafo registrados son +0,55 y -0,45 m respectivamente.

## 5.2 RÉGIMEN DE VIENTOS

Para el estudio de las direcciones del viento e intensidades en la zona de estudio se ha recurrido al punto SIMAR 2081115, cercano al área de estudio para conseguir una mayor representatividad.(Puertos del Estado, n.d.-a)

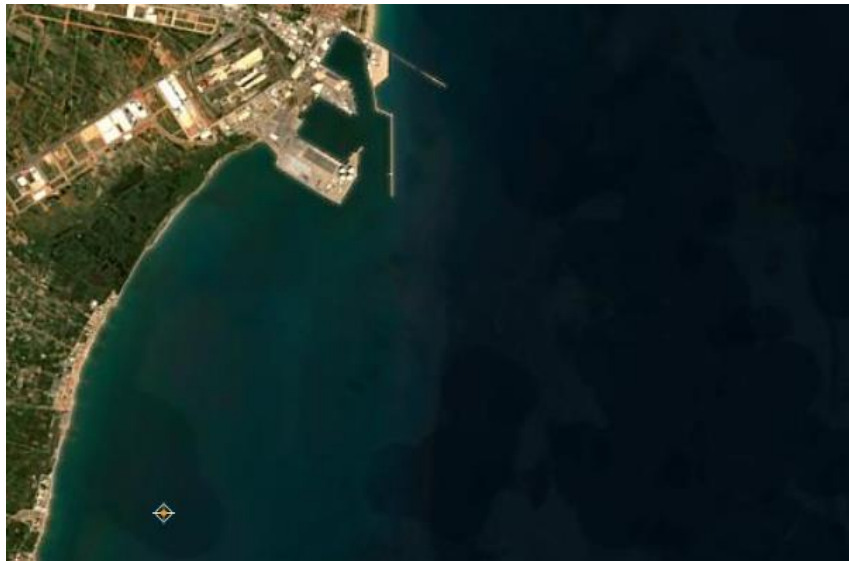


Figura 11 Ubicación zona a estudio y punto SIMAR 2081115

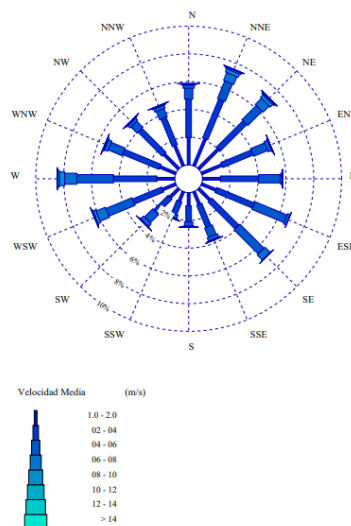


Figura 12 Rosa de Viento anual. Fuente: Puertos del Estado

El viento en la zona a estudio se caracteriza por variar bastante a lo largo del año, siendo los periodos de diciembre - febrero y junio - agosto opuestos entre ellos y diversos en comparación al balance anual.

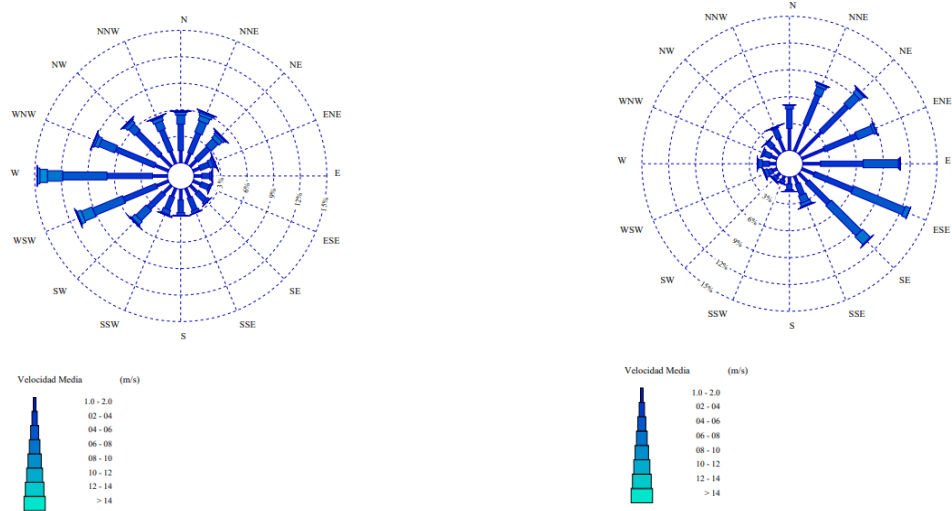


Figura 13 Rosa de Viento Diciembre-Febrero (Izquierda) y junio-Agosto (Derecha). Fuente: Puertos del Estado.

Se saca la conclusión de que en el periodo de invierno predomina el viento procedente del oeste y en verano el procedente del este.

Observando el balance anual, las velocidades con mayor frecuencia que se registran son entre 4 y 6 m/s, seguidas después por los 2 m/s y temporales de calmas (menores a 1 m/s). Las velocidades superiores a 14 m/s se alcanzan en una frecuencia muy baja, siendo pues, extrañas en la costa a estudio.

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	> 14.0	
CALMAS	12.809									12.809
N 0.0		1.965	2.774	.788	.227	.070	.024	.006	.002	5.857
NNE 22.5		2.124	3.023	1.375	.609	.245	.107	.041	.024	7.549
NE 45.0		2.022	2.709	1.449	.629	.254	.094	.044	.021	7.221
ENE 67.5		1.585	2.366	1.078	.245	.065	.019	.005	.002	5.365
E 90.0		1.292	2.744	1.575	.109	.021	.009	.002	-	5.751
ESE 112.5		1.134	2.916	2.498	.201	.008	.001	-	-	6.758
SE 135.0		1.174	2.753	2.455	.516	.032	.002	.001	-	6.932
SSE 157.5		.988	1.737	.738	.238	.070	.007	-	-	3.778
S 180.0		.946	1.157	.303	.064	.012	.002	.003	-	2.486
SSW 202.5		.751	.970	.275	.063	.012	.006	-	-	2.079
SW 225.0		.883	1.480	.852	.261	.061	.009	-	-	3.546
WSW 247.5		1.028	2.265	2.035	.724	.208	.052	.016	.006	6.334
W 270.0		1.281	3.121	2.641	.874	.372	.114	.026	.014	8.443
WNW 292.5		1.238	2.838	1.065	.254	.083	.022	.009	.006	5.515
NW 315.0		1.488	2.462	.627	.206	.063	.020	.014	.004	4.884
NNW 337.5		1.585	2.144	.634	.219	.077	.023	.005	.006	4.693
Total	12.809	21.485	37.457	20.387	5.439	1.653	.510	.173	.086	100 %

Tabla 5 Velocidades del viento según las direcciones y frecuencias. Fuente: Puertos del Estado.

### 5.3 CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

Para obtener la información del oleaje en la zona de estudio se ha recurrido de nuevo a la web de Puertos del Estado y se han valorado los datos en aguas profundas de la boya de Valencia.

La boya de Valencia forma parte del conjunto de datos Redext y cubre datos desde 2005, teniendo así un registro de información amplio que permite hacer estudios con fiabilidad.

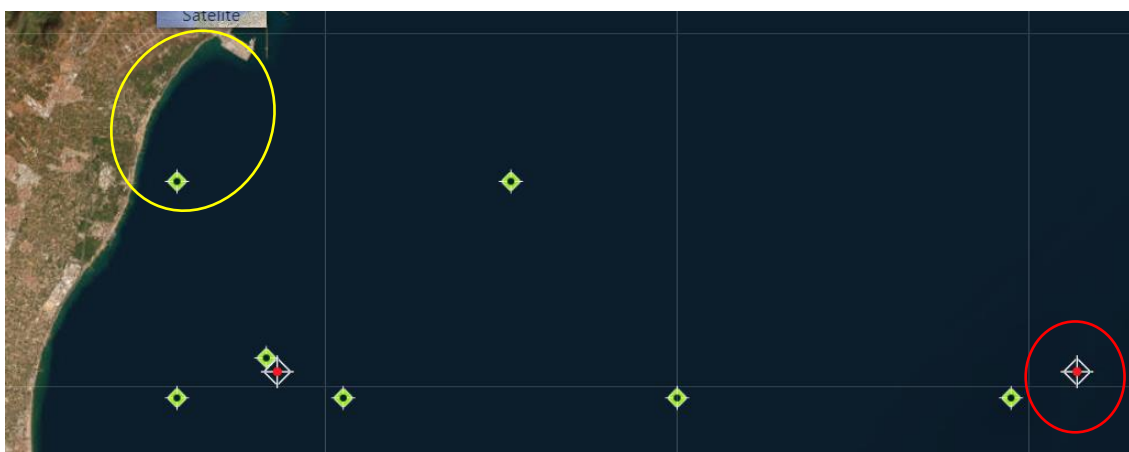


Figura 14 Localización de la boya de Valencia (En rojo) respecto de la zona de estudio (En amarillo). Fuente: Puertos del Estado

A continuación, se procede a caracterizar tanto el régimen medio como el extremal del oleaje.

### 5.3.1 RÉGIMEN MEDIO

la ROM 0\_3-91 define como Régimen medio de altura de ola a la relación entre los valores de altura de ola y la probabilidad de que no sean superados en el año climático medio. Esta relación puede ser tanto escalar, como direccional, siendo esta última relacionada al oleaje proveniente del sector direccional. (Ministerio de Fomento & Puertos del Estado, n.d.)

Estos valores se encuentran relacionados con los escenarios promedios a los que se va a someter la estructura, siendo los que mayor probabilidad de ocurrencia tienen.

La función de distribución que viene indicada en el informe climático del régimen medio de la boya de Valencia es la función de Weibull, cuya expresión es la siguiente:

$$Fe(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x - B}{A}\right)^C\right)$$

Siendo:

A = Parámetro de posición

B = Parámetro de forma

C = Parámetro de escala.

X = Valor que se quiere evaluar

A continuación, se va a mostrar anualmente los valores de altura de ola y periodo más frecuentes en la boya.

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.074	4.551	9.365	8.872	7.133	3.429	0.918	0.167	0.137	0.004	34.650
1.0	-	-	1.064	11.981	11.706	6.894	5.352	3.902	0.578	0.139	0.022	41.637
1.5	-	-	-	0.905	7.113	2.686	1.726	2.035	0.971	0.417	0.015	15.868
2.0	-	-	-	0.002	0.992	1.437	0.745	0.736	0.443	0.502	0.026	4.883
2.5	-	-	-	-	0.013	0.269	0.395	0.367	0.208	0.297	0.033	1.583
3.0	-	-	-	-	-	0.022	0.141	0.243	0.119	0.128	0.033	0.686
3.5	-	-	-	-	-	0.002	0.035	0.150	0.072	0.124	0.017	0.400
4.0	-	-	-	-	-	-	0.002	0.072	0.037	0.046	0.017	0.174
4.5	-	-	-	-	-	-	-	0.004	0.009	0.024	0.011	0.048
5.0	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.004	0.004	0.011	0.022
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.022	0.026	0.050
Total	-	0.074	5.615	22.254	28.696	18.443	11.825	8.429	2.610	1.839	0.215	100 %

Tabla 6 Periodo de Pico y Altura Significativa anual. Fuente: Puertos del Estado

El porcentaje más alto anual es el de Hs = 1 metros con un periodo de 4 segundos. Si se observan los gráficos por periodos estacionales se llega a la conclusión de que los meses que abarcan de junio a agosto, los valores de Hs tienen un porcentaje mayor en el periodo de 5 segundos, aunque los valores de Hs no llegan a más de 3,5 m. Por otro lado, los meses de diciembre a febrero son los que cuentan con mayores alturas de olas registradas, llegando a superar los 5 metros, aunque en periodos de pico más altos y menores porcentajes.

En la siguiente figura se muestra las medias mensuales desde el año 2022 hasta el presente, demostrando que los meses de verano son los que tienen una menor altura de ola, siendo los más idóneos para cualquier construcción de obra marítima.

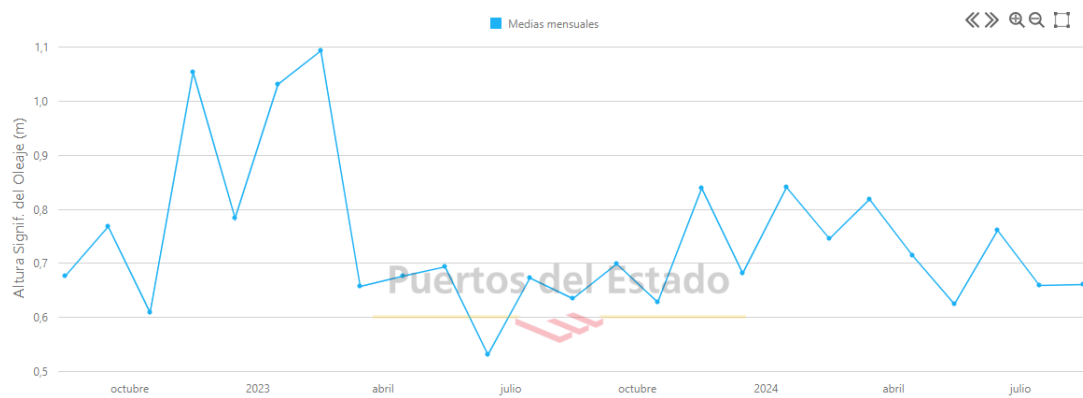


Figura 15 Medias mensuales de altura de ola durante los últimos 2 años. Fuente: Puertos del Estado

Para obtener la información de las direcciones de los oleajes principales en régimen medio, con las frecuencias y alturas de ola se recurre a la rosa del oleaje.

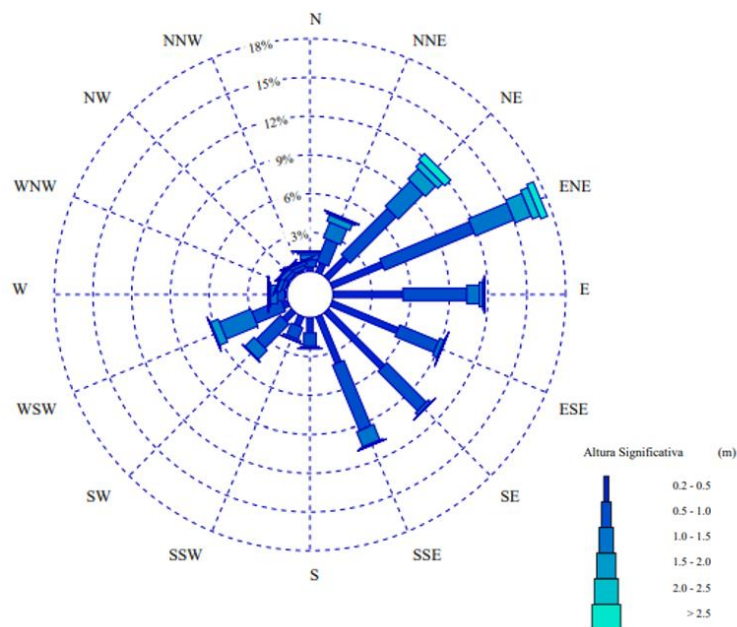


Figura 16 Rosa del oleaje anual. Fuente: Puertos del Estado

Como se puede observar en el gráfico, las direcciones más frecuentes son las de NE, ENE y E, llegando incluso en las dos primeras a olas mayores a 2,5 m

Dada la ubicación del tramo a estudio, la dirección con mayor frecuencia de todas (ENE) queda anulada por la presencia del puerto de Sagunto, al igual que pasa con la dirección NE. De esta forma, las direcciones más frecuentes son las de SSE y E.

Para estimar la dirección media con las direcciones restantes se ha realizado una media ponderada con los ángulos incidentes y sus respectivas frecuencias.

GRADOS ( $\alpha$ ) respecto al norte	FRECUENCIA (%)
60°	22,5
90°	16,0
120°	12,5
150°	15,0

Tabla 7 Direcciones y frecuencias del oleaje en nivel medio. Fuente: Puertos del Estado

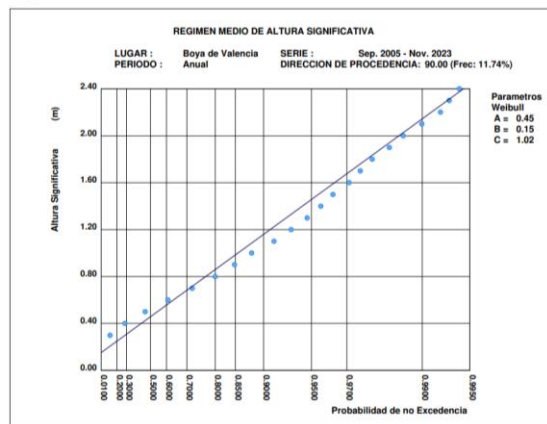
Mediante una media ponderada y los resultados obtenidos se puede obtener la dirección de flujo medio del oleaje en la zona a estudio, que daría el siguiente resultado:

$$\alpha_{media} = 65,4^\circ$$

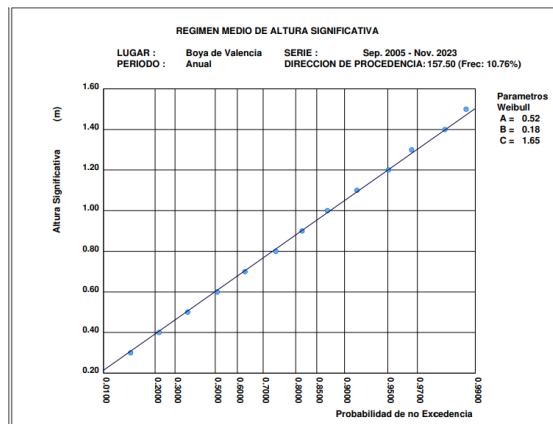
El cual coincide con una dirección ENE - E, algo que era de esperar dada la localización de la playa.

Por último, se va a mostrar la altura de ola significativa para las dos direcciones predominantes según la relación entre la probabilidad de no excedencia del 99% anualmente.

E



SSE





SE

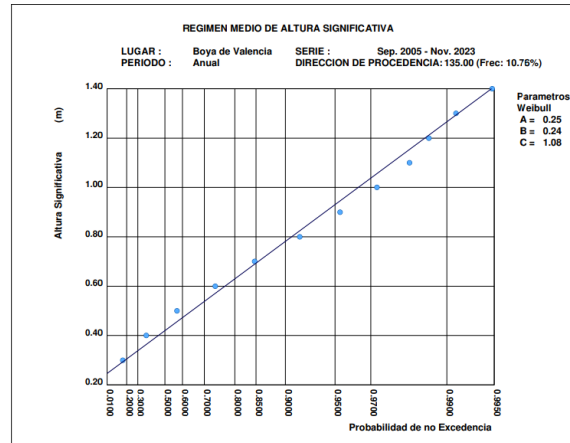


Figura 17 Regímenes medios de alturas de ola significativas según las direcciones principales. Fuente: Puertos del Estado.

Usando la fórmula de la distribución de Weibull y los parámetros adjuntos en cada gráfico se obtienen los siguientes resultados de altura de ola para cada dirección:

Dirección	E	SE	SSE
Hs (m)	4,11	2,19	2,18

Tabla 8 Alturas significante de olas según las direcciones predominantes. Fuente: Puertos del Estado

### 5.3.2 RÉGIMEN EXTREMAL

En este caso, la ROM 0\_3-91 define como régimen extremal de altura de ola a la función de distribución de los valores extremos de la variable altura de ola en la que se relaciona los valores máximos previsibles de esta variable con la probabilidad de que no sean superados en un año. (Ministerio de Fomento & Puertos del Estado, n.d.)

Estos valores se relacionan con situaciones de temporales, las cuales tienen menos probabilidad de ocurrir, pero en el caso de que sucedan, las infraestructuras y concretamente las alternativas de este proyecto deben de superarlas sin sufrir fallos.

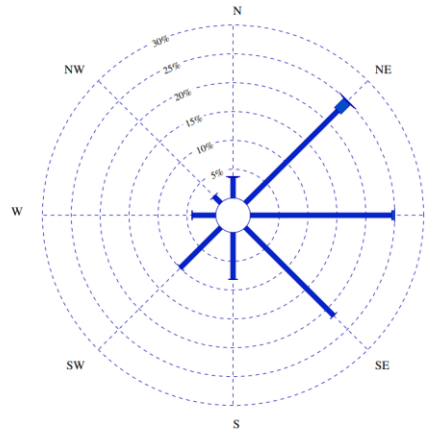


Figura 18 Direcciones del oleaje y frecuencias en régimen extremal. Fuente: Puertos del Estado.

IRE: Valora de forma cuantitativa las repercusiones económicas por la construcción de la propia obra, el cese o afección de las actividades económicas y las previsible en el supuesto caso de fallo/pérdida de operatividad, siguiendo la siguiente expresión (Ministerio de fomento, n.d.):

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0}$$

Con C igual a un parámetro económico de adimensionalización.

Con el valor del índice de repercusión económica se puede obtener los años mínimos de vida útil en la fase de proyecto en servicio. Se cataloga que este estudio repercute económicamente en un nivel medio, oscilando los valores de IRE entre 6-20, los cuales corresponden a una vida útil de 25 años.

IRE	≤5	6 - 20	> 20
Vida útil (años)	15	25	50

Tabla 9 Vida útil mínima en fase de proyecto servicio e IRE. Fuente: ROM\_0.01

Por otro lado, se tiene también el índice de Repercusión Social y Ambiental (ISA), el cual estima cualitativamente el impacto social y ambiental esperado en el caso de producirse un fallo en la operabilidad de la obra marítima.

Se define como

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i$$

En el cual, cuando  $i = 1$  quiere decir que hay posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas,  $i = 2$  es para daños en el medio ambiente y patrimonio histórico-artístico y  $i=3$  es el indicativo de alarma social.

En general, se espera que la obra no tenga ninguna repercusión social y ambiente significativa, por tanto y según la ROM 0\_01, le corresponde una clasificación menor de 5.

Con esta clasificación se obtiene la probabilidad de fallo en estado límite último ELU, la cual es de 0,2.

ISA	<5	6 - 20	20 - 29	≥30
P <sub>fELU</sub>	0,20	0,10	0,01	0,0001

Tabla 10 Probabilidad de fallo ELU según ISA. Fuente: ROM\_0.01

La obtención de estos valores sirve para el cálculo del Periodo de Retorno, que corresponde a la siguiente fórmula

$$Tr = \frac{\text{Vida Útil}}{Pf}$$

El resultado de esta división es igual a un periodo de retorno Tr = 125 años.

Una vez se sabe el Tr, se puede obtener la altura de ola significativa con la relación indicada en el informe de régimen extremal en el apartado de resultados escalares, dando un resultado de Hs=10,37 m

$$Hs = \beta \left( -\ln \left( \frac{1}{\lambda Tr} \right) \right)^{1/\gamma} + \alpha$$

Una vez obtenida la altura de ola significativa, se puede calcular el periodo pico mediante la siguiente relación

$$Tp = 4,30 Hs^{0,48}$$

El cual de un resultado de Tp=13,21 segundos

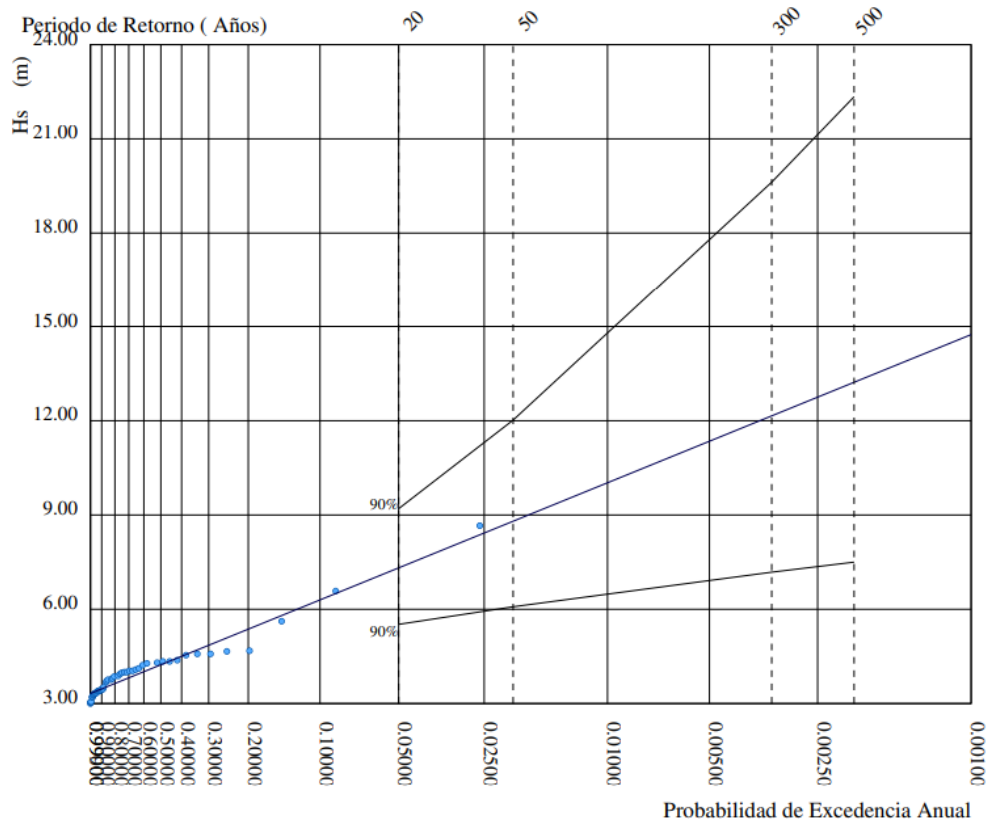


Figura 19 Ajuste de la distribución de Weibull. Fuente: Puertos del Estado (Puertos del Estado, n.d.-b)

## 6 COTA DE INUNDACIÓN

La inundación en un instante determinado se caracteriza por el nivel del mar, el cual se compone de la marea astronómica, meteorológica y la batimetría, influenciándose también por el run up de las olas, es decir, el aumento del nivel del mar producido por las olas que rompen en la costa.

También hay que considerar el cambio climático que afecta de manera global con diferentes consecuencias según la zona del océano que sea.

Por tanto, se puede concluir que la cota de inundación (CI) corresponde a la siguiente ecuación.

$$CI = MM + MA + NMM + RU + CC$$

Siendo:

NMM: Nivel Medio del mar

MM: Marea meteorológica

MA: Marea astronómica

RU: Run – Up

CC: Cambio climático

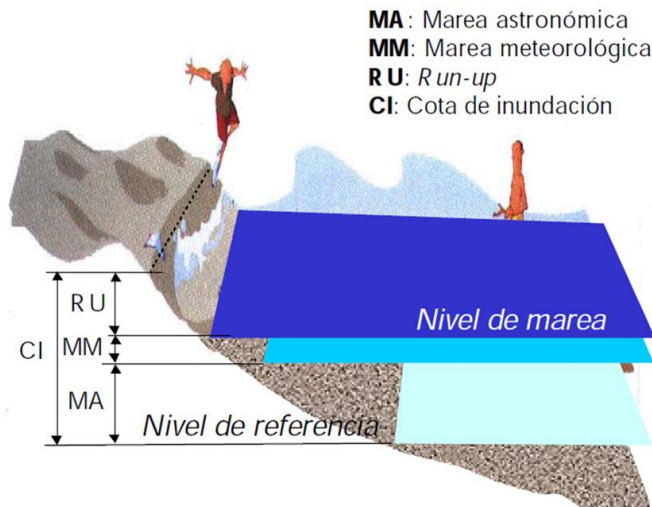


Figura 20 Factores que afectan a la cota de inundación. Fuente: Informe\_IOLE (IH Cantabria, n.d.)

Para obtener la cota y distancia máxima de inundación en el litoral que acompaña a la Marjal dels Moros, se hace uso del programa IOLE.v4, desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la universidad de Cantabria, el cual contiene una división de todo el litoral español cada 200 metros, obteniendo un total de 30.000 perfiles transversales del terreno de los cuales se definen las diferentes dinámicas de cada uno y se determinan 183 estados de mar que se ajustan a los regímenes extremales de inundación mediante la distribución POT.

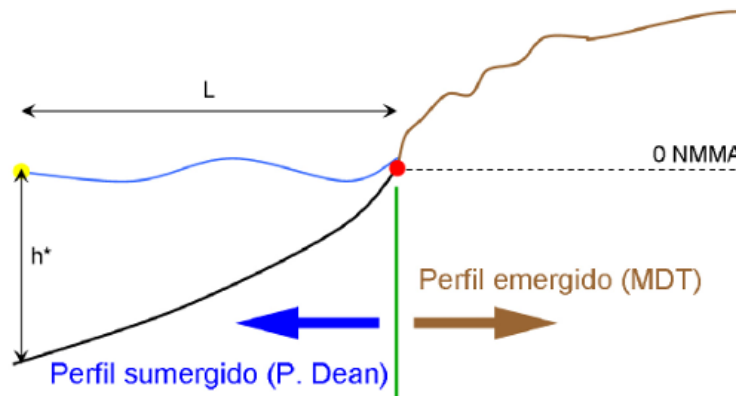


Figura 21 Esquema representativo de la determinación de los perfiles sumergidos y emergidos. Fuente: Informe IOLE.v4.

El programa IOLE.v4 (IH Cantabria, n.d.) tiene en cuenta el cambio climático proporcionando la opción de poder añadir el dato de aumento del nivel del mar. Haciendo uso de la web del grupo Intergubernamental del Cambio Climático, (IPCC) se obtiene el dato de aumento del nivel del mar igual a 0.1 m en el mar mediterráneo (Periodo cercano)

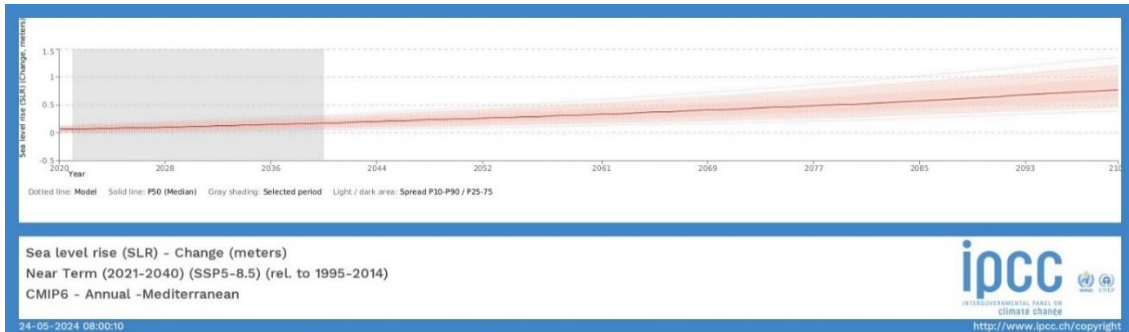


Figura 22 Cambio del nivel del mar en el Mar Mediterráneo. Fuente: web IPCC

Paralelamente, se ha dividido la costa en 4 puntos representativos, de los cuales se ha obtenido el perfil de playa sumergida y emergida con el programa IOLE.v4.



Figura 23 Localización de la distribución de los puntos seleccionados a estudio. Fuente: Google Earth

La siguiente tabla muestra las características de los puntos seleccionados para obtener los perfiles.

CARACTERÍSTICAS	PUNTO			
	1	2	3	4
Pendiente (%)	3,3	1,7	3,1	3,1
Profundidad de cierre (m NMMA)	2,5	4,3	2,3	2,1

Tabla 11 Características de los puntos estudiados. Fuente: Programa IOLE.v4

A continuación, se muestran los resultados de los perfiles emergidos y sumergidos de los puntos considerados a estudio.

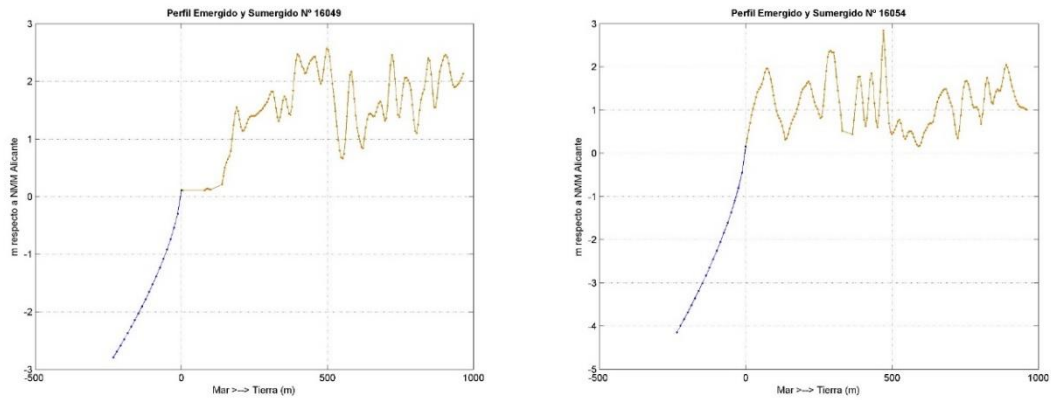


Figura 24 Perfil emergido y sumergido los puntos 1 y 2. Fuente: Elaboración propia

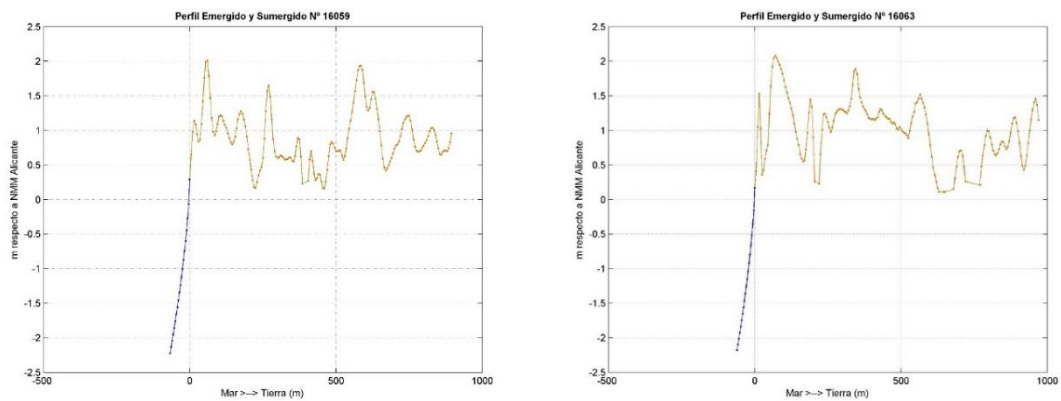


Figura 25 Perfil emergido y sumergido de los puntos 3 y 4. Fuente: Elaboración propia

Una vez conseguidos los perfiles sumergidos y emergidos, se ha obtenido la cota y distancia de inundación mediante un ajuste extremal de cada uno de ellos para los periodos de retorno de 10, 50 100 y 500 años, ajustándolos a una distribución POT (Peaks Over Threshold).

Cabe destacar que el periodo de retorno de 10 años corresponde a una alta probabilidad de inundación, 50 años es frecuente probabilidad, 100 representa una probabilidad de inundación media y 500 es una baja probabilidad de inundación / escenarios de eventos extremos.

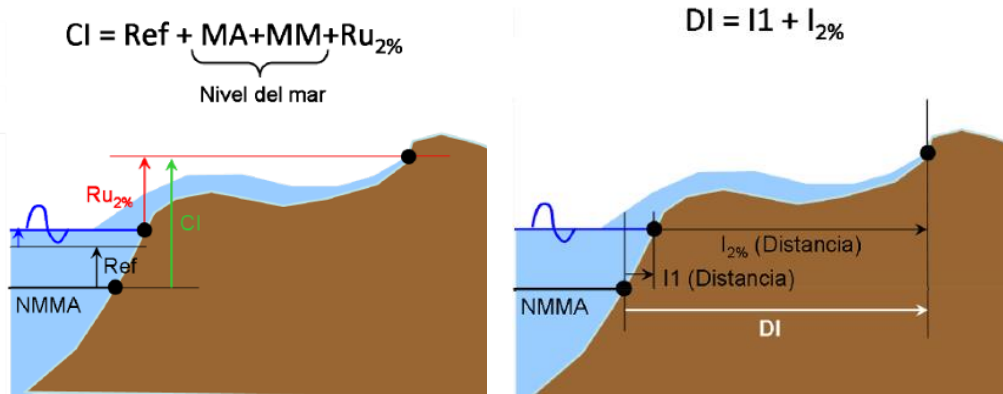


Figura 26. Esquema de ajuste del régimen extremal de cota y distancia de inundación. Fuente: Informe IOLE.v4.

Por consiguiente, se obtienen los siguientes resultados:

m	Tr			
PUNTO 1	10	50	100	500
Distancia	289,19	299,10	302,70	308,11
Cota	1,37	1,40	1,42	1,45
Área (m <sup>2</sup> )	396,99	418,61	429,05	446,34

Tabla 12 Distancia, cota y área de inundación en el punto 1

m	Tr			
PUNTO 2	10	50	100	500
Distancia	88,91	95,07	95,51	95,95
Cota	1,52	1,57	1,58	1,60
Área (m <sup>2</sup> )	135,48	149,18	151,17	153,61

Tabla 13 Distancia, cota y área de inundación en el punto 2

m	Tr			
PUNTO 3	10	50	100	500
Distancia	144,96	154,79	154,79	154,79
Cota	1,28	1,77	1,80	1,84
Área	185,25	274,60	279,03	285,06

Tabla 14 Distancia, cota y área de inundación en el punto 3

m	Tr			
PUNTO 4	10	50	100	500
Distancia	79,46	102,71	120,16	170,54
Cota	0,96	2,05	1,90	1,01
Área	76,54	210,46	228,24	172,63

Tabla 15 Distancia, cota y área de inundación en el punto 4

Mediante los datos de distancia y cota de inundación, se han esquematizado los resultados de forma gráfica para una comprensión más visual en planta.





Figura 27 Representación de la distancia de inundación con  $Tr = 10$  y  $Tr = 50$  años.



Figura 28 Representación de la distancia de inundación con  $Tr = 100$  y  $Tr = 500$  años.

Con esto se demuestra que la costa a estudio puede ser inundada y que incluso puede llegar al área de *La Marjal dels Moros*, por tanto, se requiere de una acción para frenar esta tendencia.

## 7 ESTIMACIÓN TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Para la estimación del transporte de sedimentos, se va a tener en cuenta solamente el tramo Sur, ya que el Norte aparte de ser el más rigidizado, tiene anuladas las direcciones de oleaje más significantes por estar más próximo al Puerto de Sagunto, obtenido valores depreciables a la hora del transporte.



Figura 29 Simulación del oleaje a lo largo de la costa a estudio. Fuente: Elaboración propia

## 7.1 CÁLCULO

Para el cálculo de transporte de sedimentos, se va a hacer uso de la fórmula de CERC, la cual evalúa el transporte de forma longitudinal.

Primero se calcula el potencial de transporte mediante el incremento de costa escogiendo el punto de máxima acreción.

En este caso, el tramo que presenta mayor acreción se encuentra al sur del todo por estar apoyado sobre el último espigón de la playa de Puzol, con un aumento en línea perpendicular a la costa de 15,70 m en comparación con marzo de 2020.

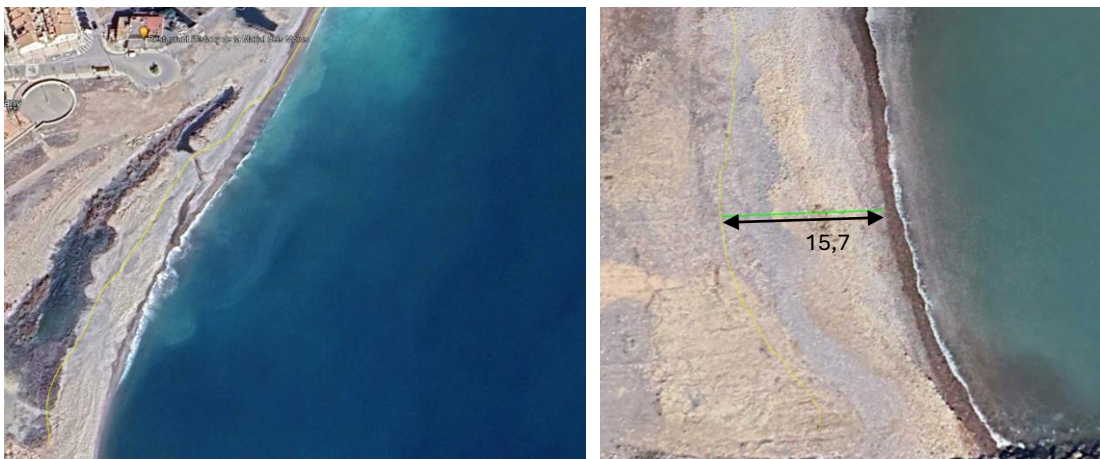


Figura 30 Acreción de la costa en parte del tramo Sur, siendo la línea amarilla el límite de playa emergida en 2020. Fuente: Google Earth

Una vez se sabe el aumento máximo de arena en línea perpendicular a la costa de estudio ( $L_a$ ), se aplica el método de Longuet – Higgins para el cálculo del volumen movilizado desde marzo de 2020 hasta la actualidad (un total de 4 años). El uso de esta fórmula viene requerido para poder calibrar posteriormente la fórmula de CERC.

Para el cálculo del transporte de sedimentos es necesario saber el valor del punto de Cornaglia, o profundidad de cierre, mediante la siguiente fórmula.

$$h^* = 1.75 * H_{S12} - 57.9 \left( \frac{H_{S12}^2}{g * T_{S^2}} \right)$$

La información que da este punto es la profundidad a la cual ya no se produce transporte de sedimentos y como consecuencia el perfil de playa se mantiene constante.

Lo primero que es necesario saber es el valor de altura de ola ( $H_{12}$ ). Para ello se obtiene la probabilidad de no excedencia de:

$$Fe(12h) = 1 - \frac{12}{365 * 24} = 0.9986$$

Este valor se iguala a probabilidad de no excedencia del régimen medio de altura de ola significativa, obtenida del informe climático de régimen medio de la web de Puertos del Estado de la boya de Valencia (De Valencia, n.d.), el cual usa la distribución de Weibull para describir dicho régimen de oleaje, lo que corresponde a la siguiente fórmula:

$$Fe(x) = 1 - \exp \left( - \left( \frac{x - B}{A} \right)^C \right)$$

Siendo:

A = Parámetro de escala.

B = Parámetro de centrado.

C = Parámetro de forma.

En este caso particular, el parámetro x corresponde a  $H_{S12}$

A continuación, se muestra la gráfica del régimen medio de altura de ola significativa con los datos de los parámetros de Weibull.

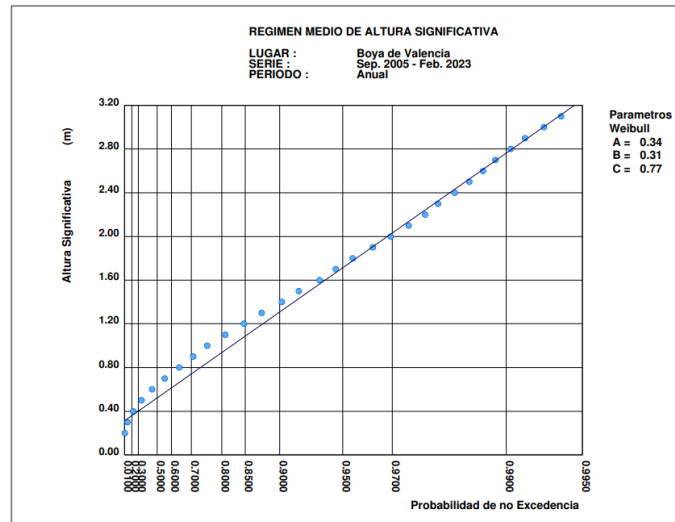


Figura 31 Régimen medio de altura de oleaje ajustada a una distribución de Weibull. Fuente: Puertos del Estado.

Igualando ambas probabilidades de no excedencia se despeja  $H_{s12}$ , dando como 4,25 m.

Obtenida ya la altura de ola se procede al cálculo del período pico ( $T_p$ ) haciendo uso de la ecuación:

$$T_p = 4,58 * H_s^{0.43}$$

Siendo  $H_s = H_{s12}$ , el período pico da como resultado 8,53 segundos.

Finalmente, se da paso al cálculo del punto de Cornaglia ( $h^*$ )

$$h^* = 1.75 * H_{s12} - 57.9 \left( \frac{H_{s12}^2}{g * T_s^2} \right)$$

Siendo igual a 5,97 m de profundidad.

Para contrastar el resultado y obtener una altura de berma representativa se hace uso, otra vez, del programa IOLE.v4, con el cual se obtiene el perfil emergido y sumergido de un punto muy próximo al punto seleccionado y su profundidad de cierre, que corresponde a 5,10 m de profundidad.

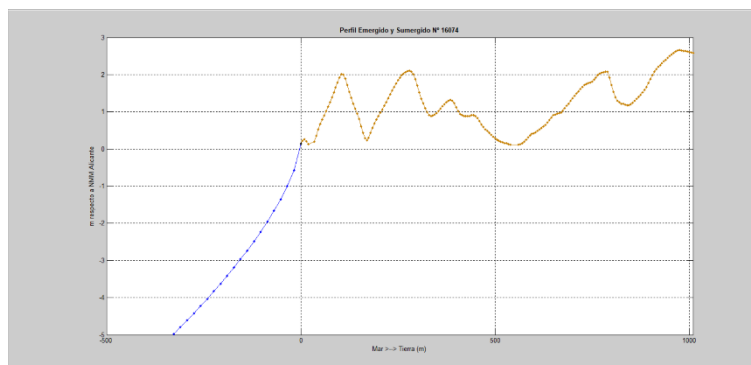


Figura 32 Perfil emergido y sumergido de punto próximo. Elaboración propia.

Observando el perfil generado se decide considerar una altura de berma de 2 metros sobre el nivel del mar, la cual es relativamente parecida a la obtenida en el perfil del punto 4, próximo al punto máximo de acreción.

A continuación, junto con el valor de  $h_b$ ,  $h^*$  y la longitud de la acreción ( $L_a$ ) se puede obtener el área de acreción ( $A_a$ ), siendo:

$$A_a = L_a * (h_b + h^*) = 15,7 * (2 + 5,97) = 125,13 \text{ m}^2$$

Para calcular el volumen transportado por la longitud del litoral se utiliza la fórmula de cubicación:

$$V = \frac{A_{p1} + A_a}{2} * d$$

Siendo:

$d$  = Longitud total desde el principio del tramo Norte hasta el punto seleccionado como máxima acreción, que corresponde a 2.000,27 m.

$A_{p1}$  = Área de acreción del primer punto del tramo Norte, el cual se encuentra en una superficie que ha sufrido recesión y por ello su valor es cero.

Con todo ello, el volumen de sedimento transportado a lo largo del área de estudio durante el periodo de marzo de 2020 y abril de 2024 corresponde a un total de aproximadamente 125.000 m<sup>3</sup>, que es lo mismo a 31.000 m<sup>3</sup>/año.

Una vez se sabe el valor del transporte medio obtenido con el método de Longuet – Higgins, se calcula el caudal correspondiente con la fórmula de CERC en el punto 3 indicado antes y en el punto de 2, ya que se consideran como los más representativos al no estar tan cerca del espigón.

$$Q \left( \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \right) = \sum [2,027 * 10^6 * H_0^{2,5} * \sin(2\alpha_0) * \cos(\alpha_0)^{1/4} * K_p * K_g]$$

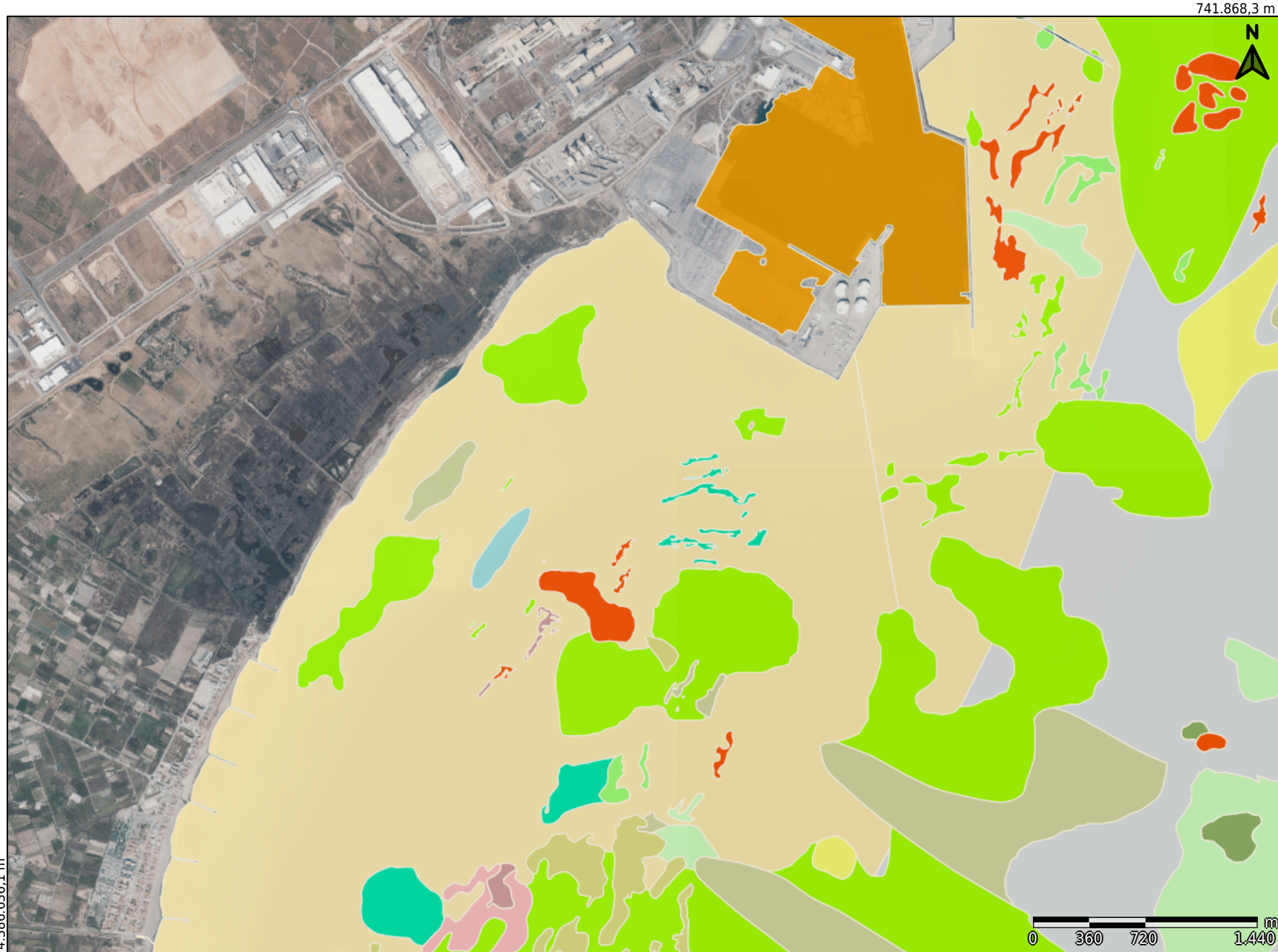
Dando como resultado que, al año, por el punto 3 se transportan 39.000 tn de sedimentos y por el punto 2 un total de 34.000 tn.

La diferencia entre ambos da el resultado de la cantidad total que se queda depositada entre estos dos puntos, siendo igual a: **-5.000 tn**, evidenciando la erosión que se sufre entre estos dos puntos durante el transporte de sedimentos longitudinal.

## **REFERENCIAS**

- [1]. De Valencia, B. (n.d.). *Puertos del Estado CLIMA MEDIO DE OLEAJE*. Retrieved from [www.puertos.es](http://www.puertos.es)
- [2]. IH Cantabria. (n.d.). *Elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo requeridos por RD903/2010 en la costa española*.
- [3]. Instituto Geográfico Minero Español. (n.d.). Carta 668.
- [4]. Ministerio de fomento. (n.d.). ROM 0.0-01.
- [5]. Ministerio de Fomento, & Puertos del Estado. (n.d.). *ROM 1.0-09*.
- [6]. Puertos del Estado. (2022). REDMAR: Informe anual 2022 de Sagunto.
- [7]. Puertos del Estado. (n.d.-a). *Clima medio de viento*. Retrieved from [www.puertos.es](http://www.puertos.es)
- [8]. Puertos del Estado. (n.d.-b). *Extremos máximos de oleaje por direcciones*.

### Biocenosis zona de actuación



#### LLEGGENDA

#### Biocenosi prov. Alacant i València

- Biocenosis de los Fondos Detríticos Costeros
- Comunidad de Algas Esciáfilas Infralitorales en Régimen Calmo
- Comunidad de Algas Esciáfilas Infralitorales en Régimen Calmo con Facies de gorgonarios
- Comunidad de Algas Fotófilas Infralitorales en Régimen Calmo
- Comunidad de Algas Fotófilas Infralitorales en Régimen Calmo con Caulerpa racemosa
- Comunidad de Arenas Finas Bien Calibradas
- Comunidad de Arenas Finas de Altos Niveles
- Comunidad de Fondos Detríticos Enfangados
- Poblamiento de Cubetas y Canales Internata
- Pradera de Caulerpa prolifera
- Pradera de Caulerpa prolifera sobre Tanatocenosis de Posidonia oceanica
- Pradera de Caulerpa racemosa
- Pradera de Caulerpa racemosa sobre Tanatocenosis de Posidonia oceanica
- Pradera de Cymodocea nodosa
- Pradera de Posidonia oceanica
- Pradera de Posidonia oceanica con Cymodocea nodosa
- Pradera de Posidonia oceanica con facies de sustitución de Caulerpa prolifera
- Pradera de Posidonia oceanica con facies de sustitución de Caulerpa prolifera-Caulerpa racemosa
- Pradera de Posidonia oceanica con facies de sustitución de Caulerpa racemosa
- Pradera de Posidonia oceanica en regresión
- Pradera mixta Caulerpa prolifera - Caulerpa racemosa
- Pradera mixta Cymodocea nodosa - Caulerpa prolifera
- Pradera mixta Cymodocea nodosa - Caulerpa prolifera - Caulerpa racemosa
- Pradera mixta Cymodocea nodosa - Caulerpa racemosa
- Sustratos duros no vegetados
- Tanatocenosis de Posidonia oceanica
- Zonas alteradas

4.386.636,1 m

733.653,1 m

## ANEJO 3: PROPAGACIÓN DEL OLEAJE



## **ÍNDICE**

1	OLEAJE A PIE DE ALTERNATIVA 1 .....	2
2	OLEAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 2 .....	5
3	OLEAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 3 .....	6
4	OLEAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 4 .....	7

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1	Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en el primer espigón. Fuente: Elaboración propia .....	2
Figura 2	Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica en el primer espigón. Fuente: Elaboración propia .....	3
Figura 3	Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en el segundo espigón. Fuente: Elaboración propia .....	4
Figura 4	Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica del segundo espigón. Fuente: Elaboración propia .....	4
Figura 5	Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la segunda alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	5
Figura 6	Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica de la segunda alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	5
Figura 7	Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la tercera alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	6
Figura 8	Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica en la tercera alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	6
Figura 9	Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la cuarta alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	7
Figura 10	Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica en la cuarta alternativa. Fuente: Elaboración propia .....	7

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en el primer espigón. ....	3
Tabla 2	Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en el segundo espigón. ....	5
Tabla 3	Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la segunda alternativa .....	6
Tabla 4	Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la tercera alternativa .....	7
Tabla 5	Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la cuarta alternativa .....	8

En este anejo se va a desarrollar la propagación del oleaje a la altura de cada una de las alternativas.

Este es un concepto muy importante ya que la energía del oleaje se encuentra directamente relacionada con los procesos erosivos de la costa.

Para la simulación de la propagación se va a hacer uso de los datos del régimen extremal del oleaje, calculados anteriormente en el Anejo 3 de Estudios Previos y de la web Cress.nl, a la cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: <http://www.cress.nl/Regel.aspx>

Los datos por introducir en la web son los de la altura de ola y periodo de pico en aguas profundas (**Hs = 10,37 m Tp = 13,21 s**), la profundidad (metros) y dirección (en grados) referenciada a la perpendicular de la línea batimétrica del punto donde queremos obtener la altura de ola corregida mediante la simulación de la teoría lineal.

## 1 OLAJE A PIE DE ALTERNATIVA 1

Para empezar la estimación, se dibuja una línea que tenga la dirección paralela y perpendicular aproximada a isóbata de la batimetría en el morro del espigón, ya que es la parte más expuesta de la infraestructura (En roja en la siguiente figura).

Una vez se dibujan ambas líneas, se incluyen en el croquis las distintas direcciones de oleaje incidentes más frecuentes (En amarillo)

Por último, se dibujan dos líneas más en color fucsia que indican los tramos en los que el oleaje queda bloqueado por la propia morfología de la costa y por el Puerto de Sagunto.

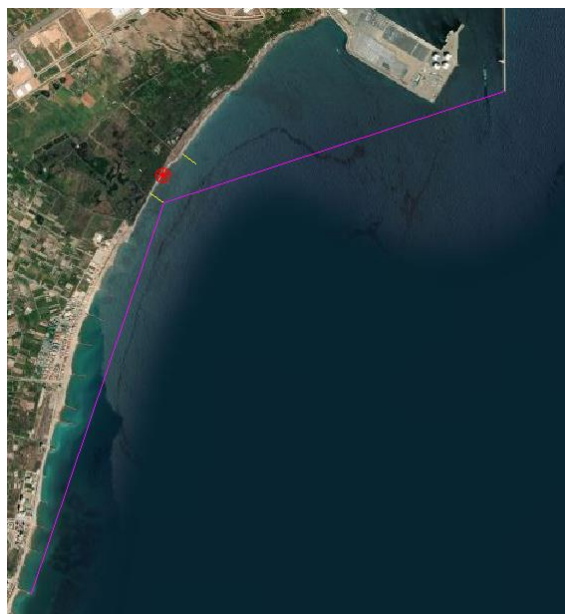


Figura 1 Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en el primer espigón. Fuente: Elaboración propia

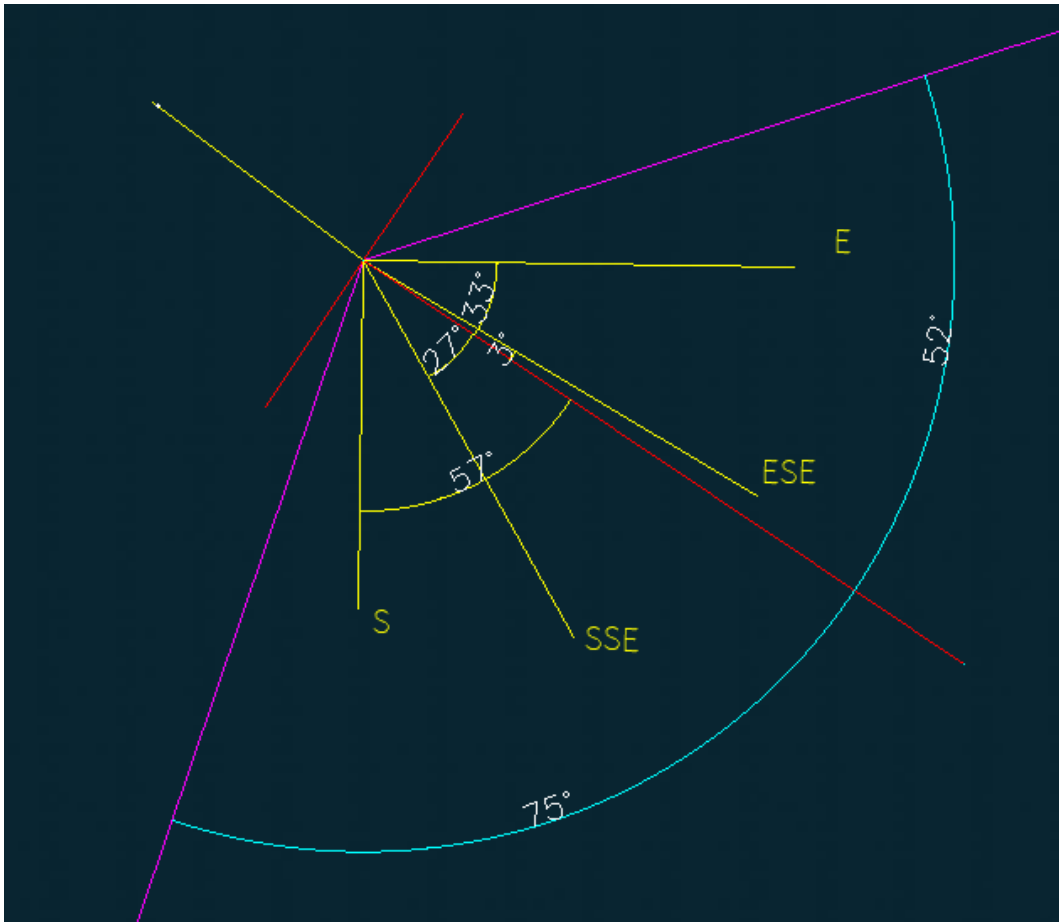


Figura 2 Ángulos respecto a la perpendicular a la batimétrica en el primer espigón. Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos los ángulos de las distintas direcciones respecto a la perpendicular, se hace uso de la web citada anteriormente.

ALTERNATIVA 1, Espigón 1 (profundidad en el morro del espigón (h) = 2 m)				
outputs/Dir	E (33°)	ESE (3°)	SSE (27°)	S (57°)
H (m)	14,71	16,00	15,14	11,91
Crefracción	0,92	1	0,95	0,74
Casomeramiento	1,54	1,54	1,54	1,54

Tabla 1 Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en el primer espigón.

A continuación, se realiza el mismo procedimiento en el espigón número 2, más próximo al Puerto de Sagunto para obtener el oleaje incidente en el morro del mismo.

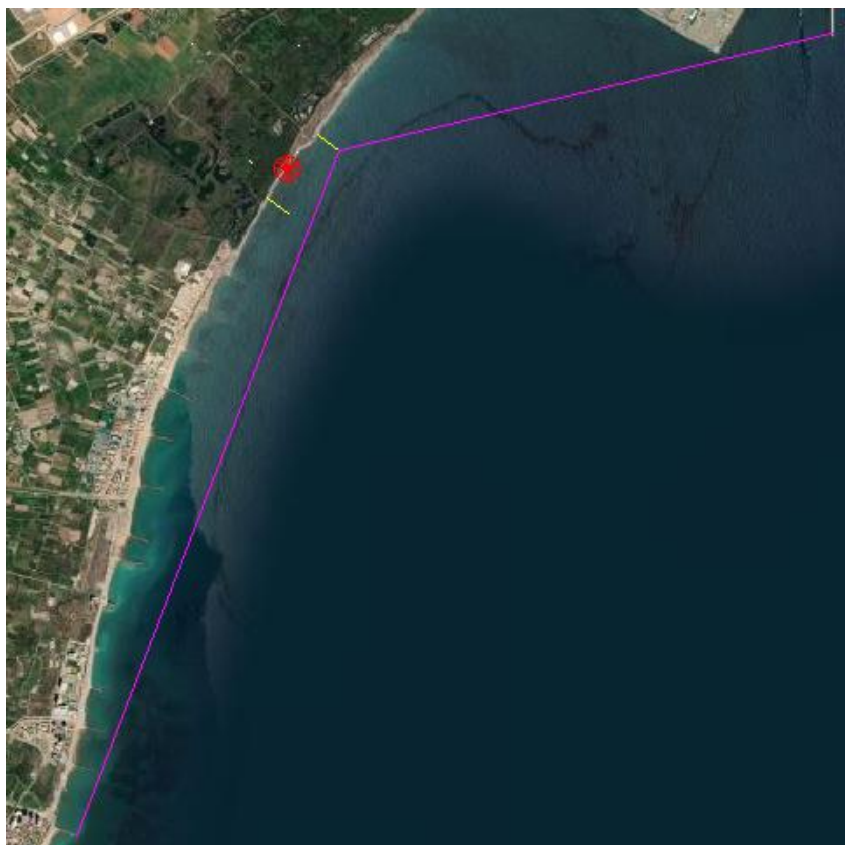


Figura 3 Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en el segundo espigón. Fuente: Elaboración propia

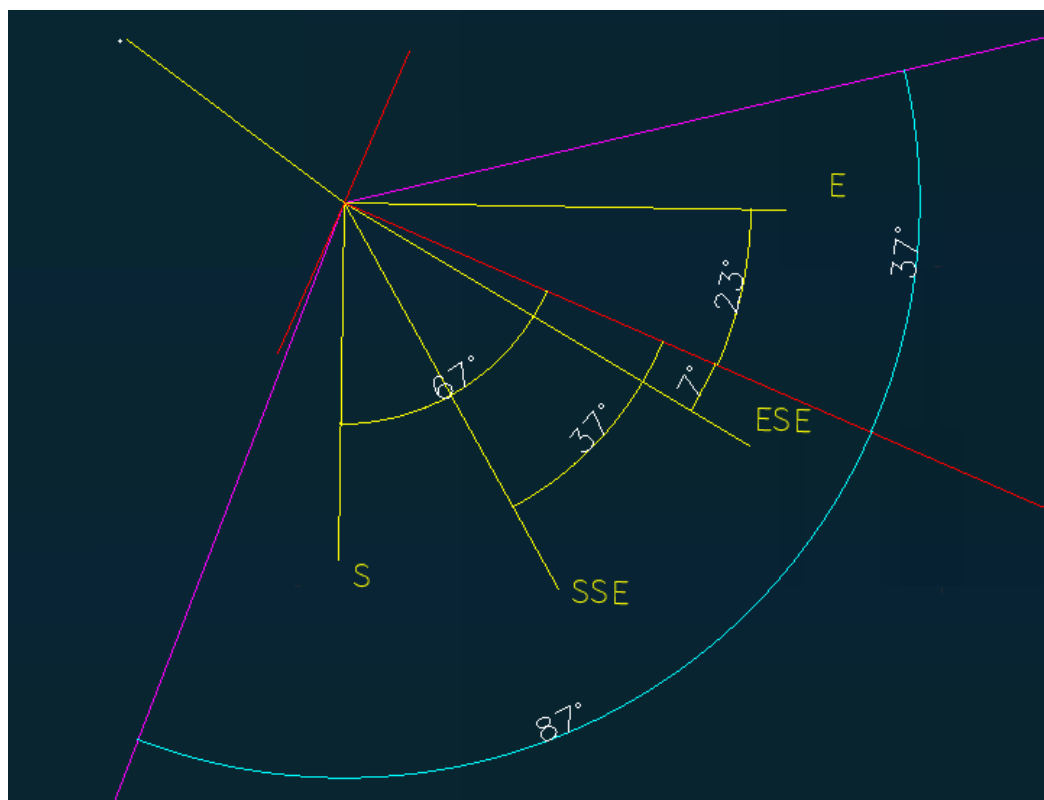


Figura 4 Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica del segundo espigón. Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVA 1, Espigón 2 (profundidad en el morro del espigón (h) = 2 m)				
outputs/Dir	E (23°)	ESE (7°)	SSE (37°)	S (67°)
H (m)	15,38	15,95	14,36	10,10
Crefracción	0,96	1	0,90	0,63
Casomeramiento	1,54	1,54	1,54	1,54

Tabla 2 Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en el segundo espigón.

## 2 OLAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 2

En las siguientes alternativas se sigue el mismo procedimiento detallado en el apartado anterior, con la única diferencia teórica de que son diques exentos, paralelos a la costa, por tanto, la perpendicular a batimétrica en la que hay referenciar las direcciones será la que acompaña al dique durante su tronco.

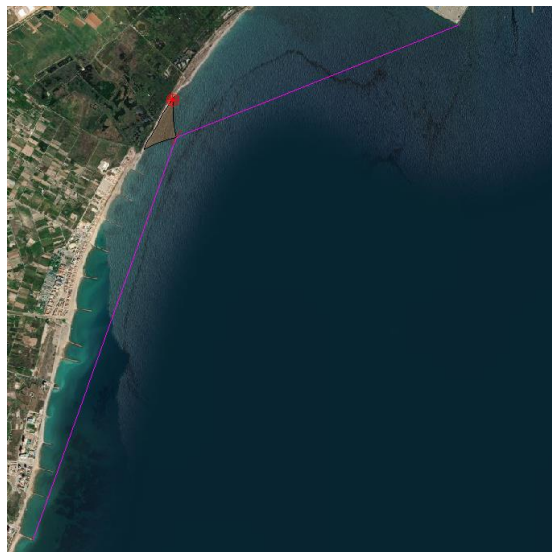


Figura 5 Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la segunda alternativa. Fuente: Elaboración propia

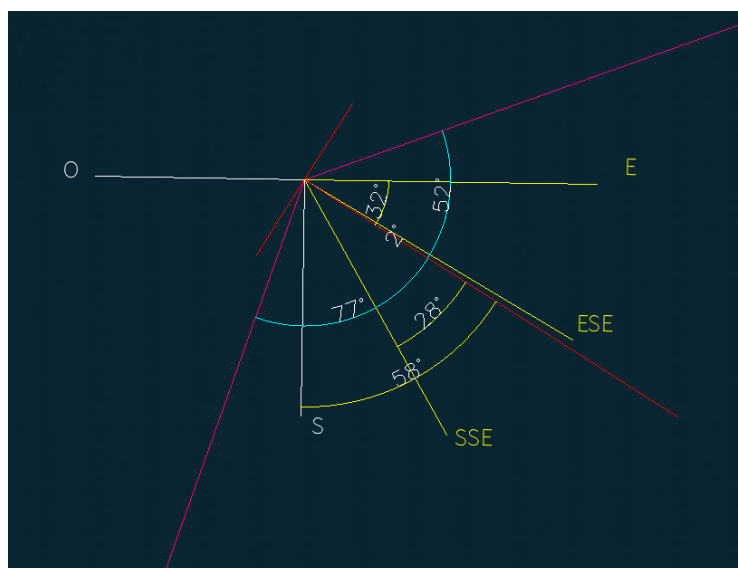


Figura 6 Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica de la segunda alternativa. Fuente: Elaboración propia.

Se introducen en la web los siguientes datos para las distintas direcciones principales:

ALTERNATIVA 2 (profundidad a pie de dique (h) = 5 m)				
outputs/Dir	E (32°)	ESE (2°)	SSE (28°)	S (58°)
H (m)	12,02	12,95	12,25	9,63
Crefracción	0,93	1	0,95	0,74
Casomeramiento	1,25	1,25	1,25	1,25

Tabla 3 Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la segunda alternativa

### 3 OLEAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 3

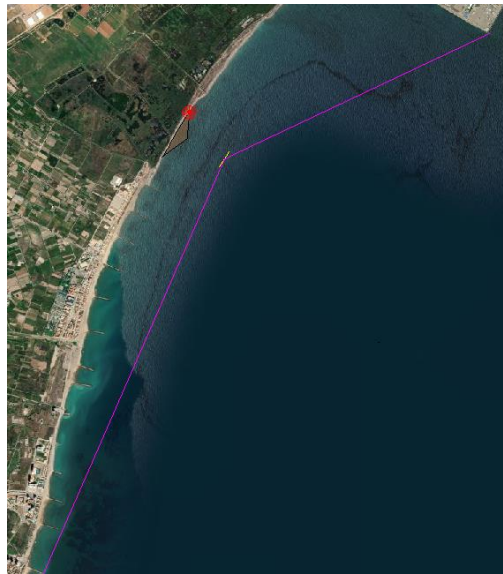


Figura 7 Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la tercera alternativa. Fuente: Elaboración propia

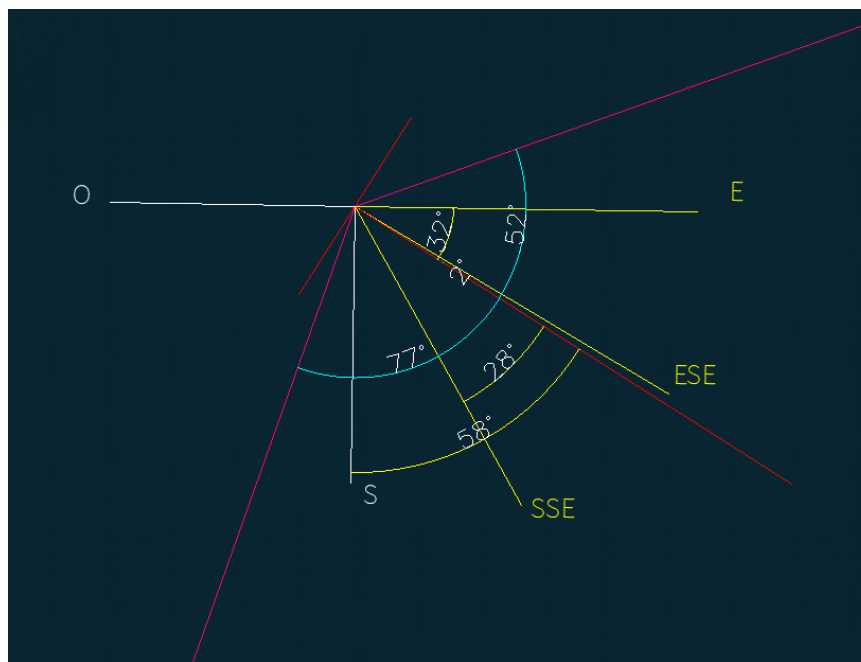


Figura 8 Ángulos respecto la perpendicular a la batimetría en la tercera alternativa. Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVA 3 (profundidad a pie de dique (h) = 7 m)				
outputs/Dir	E (32°)	ESE (2°)	SSE (28°)	S (58°)
H (m)	11,22	12,04	11,42	9,03
Crefracción	0,93	1	0,95	0,75
Casomeramiento	1,16	1,16	1,16	1,16

Tabla 4 Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la tercera alternativa

#### 4 OLAJE A PIE DE DIQUE ALTERNATIVA 4

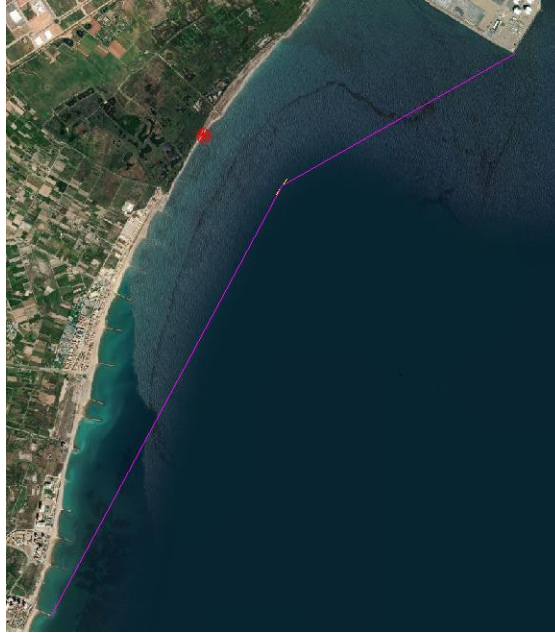


Figura 9 Tramos en los que se supone una transmisión del oleaje nula en la cuarta alternativa. Fuente: Elaboración propia

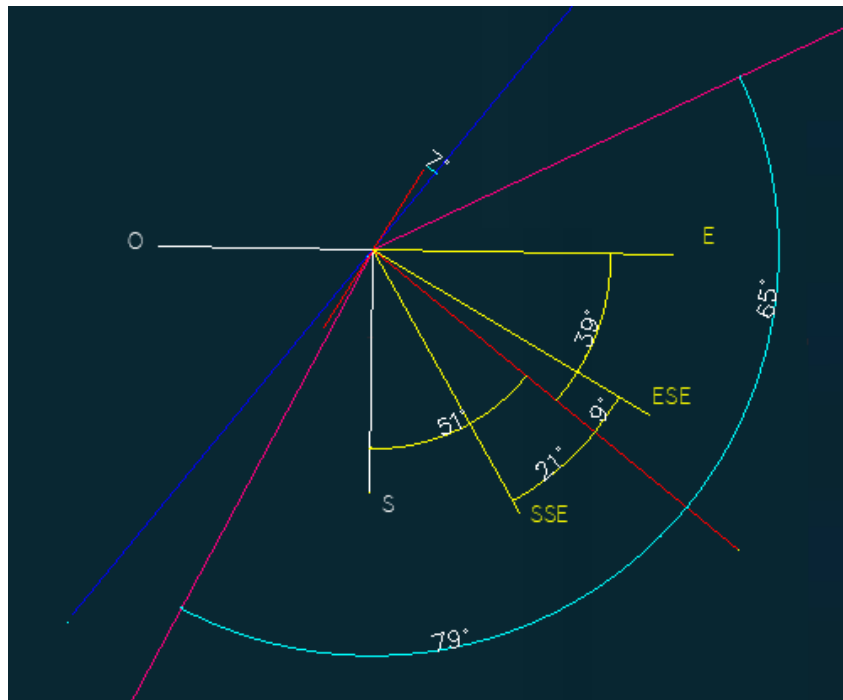


Figura 10 Ángulos respecto la perpendicular a la batimétrica en la cuarta alternativa. Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVA 4 (profundidad a pie de dique (h) = 8,5 m)				
outputs/Dir	E (39°)	ESE (9°)	SSE (21°)	S (51°)
H (m)	10,40	11,52	11,25	9,42
Crefracción	0,9	0,99	0,97	0,82
Casomeramiento	1,12	1,12	1,12	1,12

Tabla 5 Resultados de la propagación del oleaje mediante Cress.nl en la cuarta alternativa



## ANEJO 4: ALTERNATIVAS

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	ALTERNATIVA 1.....	3
2.1	PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA.....	3
2.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN .....	5
2.3	COMPROBACIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.....	7
2.4	ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN .....	7
3	ALTERNATIVA 2.....	7
3.1	PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA.....	7
3.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN .....	9
3.3	COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE .....	10
3.4	ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN .....	12
4	ALTERNATIVA 3.....	12
4.1	PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA.....	12
4.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN .....	13
4.3	COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE .....	14
4.4	ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN .....	15
5	ALTERNATIVA 4.....	16
5.1	PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA.....	16
5.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN .....	17
5.3	COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE .....	17
5.4	ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN .....	18

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de los espigones en planta (En amarillo) y del punto de aporte de sedimentos de origen fluvial (En verde). Fuente: Elaboración propia. ....	3
Figura 2	Punto de aporte de sedimentos de origen fluvial. Fuente: Elaboración propia .....	4
Figura 3	Desembocadura del punto de aporte de sedimentos fluviales .....	4
Figura 4	Esquema de la sección principal del espigón. Fuente: Elaboración propia.....	7
Figura 5	Evolución de una obra exenta en planta. Fuente: R.Silvester et al(G Sole Diaz, n.d.) .....	8
Figura 6	Representación estimada del tómbolo producido por el dique exento. Fuente: Elaboración propia.....	9
Figura 7	Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.....	10

Figura 40 Estimación del saliente formado por el dique exento. Fuente: Elaboración propia .....	13
Figura 41 Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.....	14
Figura 42 Esquema de las dimensiones de los Cubípodos necesarios para el dique. Fuente: Elaboración propia.(J. R. Medina & Esther Gómez-Martín, 2015) .....	14
Figura 63 Porcentaje de los costes del Cubípedo. Fuente: Manual del Cubípedo (2015).....	16
Figura 43 Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.....	17
Figura 44 Esquema de las dimensiones de los Cubípodos necesarios para el dique. Fuente: Elaboración propia.....	17

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Longitud de cálculo de espigones según la profundidad de cierre. Fuente: Elaboración propia .....	5
Tabla 2 Resultado de las dimensiones de las piezas que forman los espigones ....	7
Tabla 3 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 1 .....	7
Tabla 4 Resultado de las dimensiones de las piezas que forman los espigones en la parte del morro .....	10
Tabla 5 Resultados de la propagación del olaje en la ubicación del dique .....	11
Tabla 6 Tipo de rotura de ola en función del número de Iribarren. Fuente: ROM 1.0_09 .....	11
Tabla 7 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 2 .....	12
Tabla 8 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 3 .....	16
Tabla 9 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 4 .....	18

## 1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se va a profundizar en los cálculos de las alternativas de obra dura y en los condicionantes de cada una de ellas.

## 2 ALTERNATIVA 1

### **OBRA ESTRUCTURAL DE DEFENSA TRANSVERSAL: ESPIGONES**

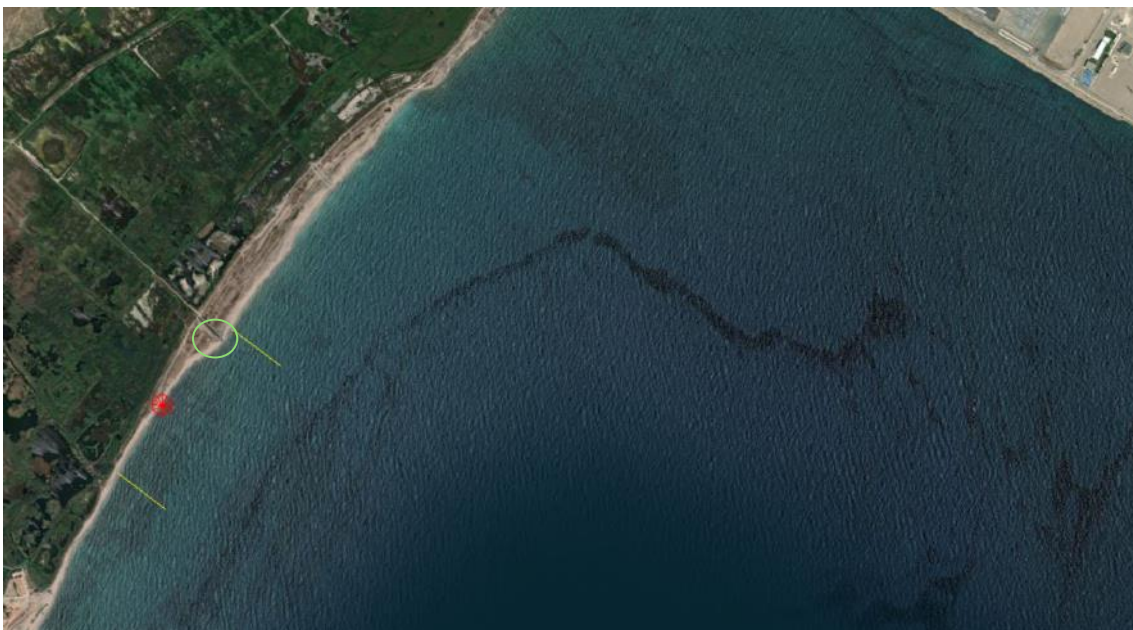
#### **2.1 PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA**

Esta infraestructura procura la protección frente a la erosión de la playa al hacer de barrera ante el transporte de sedimentos, siendo un obstáculo para el flujo de corrientes que evita que se depositen sedimentos a sota mar de este, evitando la recesión al otro lado de la obra.

A priori se plantean dos espigones perpendiculares con una separación entre ellos de 613 metros, situados a 1 kilómetro y 300 metros del último espigón perteneciente a la playa del Puig, apoyando al tramo que presenta más erosión.

Como se indica en la memoria, la ubicación de este elemento se ha escogido siguiendo el criterio fundamental de evitar la pérdida de sedimentos entre los puntos 2 y 3 estudiados anteriormente en el Anejo 2.

Esta disposición en planta posee un condicionante externo que es el aporte de sedimentos de origen fluvial proveniente desde el humedal, por tanto, se ha optado por dejarlo a sota mar del espigón más próximo al Puerto y así poder contrarrestar la recesión que va a producir la presencia de la infraestructura.



*Figura 1 Ubicación de los espigones en planta (En amarillo) y del punto de aporte de sedimentos de origen fluvial (En verde). Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 2 Punto de aporte de sedimentos de origen fluvial. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 3 Desembocadura del punto de aporte de sedimentos fluviales*

Para estimar la **longitud**, aparte de tomar como referencia los espigones de la playa del Puig, se tiene en cuenta la profundidad de cierre o Punto de Cornaglia descrito anteriormente.

Junto con la batimetría, se obtiene una longitud trazando una línea recta perpendicular a la costa hasta la línea batimétrica correspondiente a la profundidad de cierre, dando como resultado 107 m. Esta longitud sería la necesaria para bloquear totalmente el paso de sedimentos, por tanto, se opta por una menor que ayude a contrarrestar la erosión, pero no haga de barrera total de transporte.

	h*(m)	Longitud de cálculo(m)	Longitud final (m)
Próximo al 3	2.3	107	<b>100</b>

Tabla 1 Longitud de cálculo de espigones según la profundidad de cierre. Fuente: Elaboración propia

Como información necesaria para los siguientes apartados, se va a comprobar si el tipo de rotura del oleaje que sufren los espigones es en la propia estructura o, por el contrario, hay rotura por fondo (El oleaje rompe antes de llegar a la estructura por estar en aguas someras).

Para ello se va a calcular la profundidad de rotura por fondo, que corresponde a la siguiente relación (Ballester, 2023):

$$H_{rotura} = 0,8 d = 1,6 m$$

Siendo d igual a la cota a pie de dique, que en este caso sería la cota en el final del espigón (-2 m)

El criterio es que si  $H_{rotura} > H$  incidente, hay rotura por fondo.

Como se ha calculado en el Anejo 3 propagación del Oleaje, la altura de ola que llega al espigón es de 11,75 m, demostrando que el oleaje **rompe en las estructuras** predimensionadas.

## 2.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

Para predimensionar los espigones, se tiene como base la sección de un dique escollera en talud sin ninguna estructura en su coronación.

Con ello se definen unas características iniciales que posteriormente se pueden variar si los resultados lo requieren para una mejora de su comportamiento.

El manto principal será de escollera, ya que posee una mayor integración visual en el entorno, coincidiendo con los espigones de la playa vecina y permite que especies marinas se puedan instalar sobre ella, favoreciendo al paraje medioambiental.

La anchura de coronación será de 4 metros, cumpliendo con el mínimo necesario para los procedimientos constructivos y se optará por una carrera de marea de 0,5

m, viable para la construcción y con un impacto visual adecuado al no sobresalir en exceso del nivel del mar.

Mediante la fórmula de estimación de Hudson generalizada, basada en la de Iribarren (1938) se obtiene el peso idóneo de las piezas del manto principal teniendo en cuenta la estabilidad hidráulica de las piezas, característica fundamental para la construcción de cualquier obra marítima ya que se evita un uno de los modos de fallo de los diques en talud descritos por Bruun en 1979

$$W = \frac{1}{K_D} \frac{H^3}{\left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1\right)^3} \cot \alpha$$

Siendo en este caso:

$K_D=2$ , que es el coeficiente de estabilidad para el diseño con oleaje rompiente en la estructura, para la sección perteneciente al tronco. (ETSCCP, 2023)

$H$ = Altura de ola de diseño en rotura, la cual es igual al calado más desfavorable (En este caso 2 metros por ser la línea batimétrica correspondiente al morro del espigón) multiplicado por 0,55 al estar en zona de rotura, cuyo valor es 1,1 m

$\alpha= 64,43^\circ$  por seleccionar el talud 1:2

$\gamma_w$  y  $\gamma_r$  son las densidades del agua marina y del árido de cantera, con resultado de 1027 kg/m<sup>3</sup> y 2500 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Finalmente, la ecuación da como resultado  $W = 1.179$  Kg.

Sabiendo el peso de cada pieza, se puede obtener el diámetro nominal de cada una, aplicando la siguiente ecuación:

$$Dn = 1\left(\frac{W}{\gamma}\right)^{1/3}$$

En la cual se introduce el peso obtenido previamente y la densidad del material correspondiente. En este caso,  $D_{50 \text{ manto principal}}$  da un valor de 0,80 m, que al multiplicarlo por dos se obtiene el espesor total de su manto correspondiente. De igual forma, la mitad del  $D_{50 \text{ del manto principal}}$  corresponde con el del filtro, que da un valor de  $D_{50 \text{ filtro}}$  igual a 0.40 m. El espesor de la capa de filtro es igual a  $D_{50 \text{ manto principal}} * 1,5$  con resultado de 1,2 m

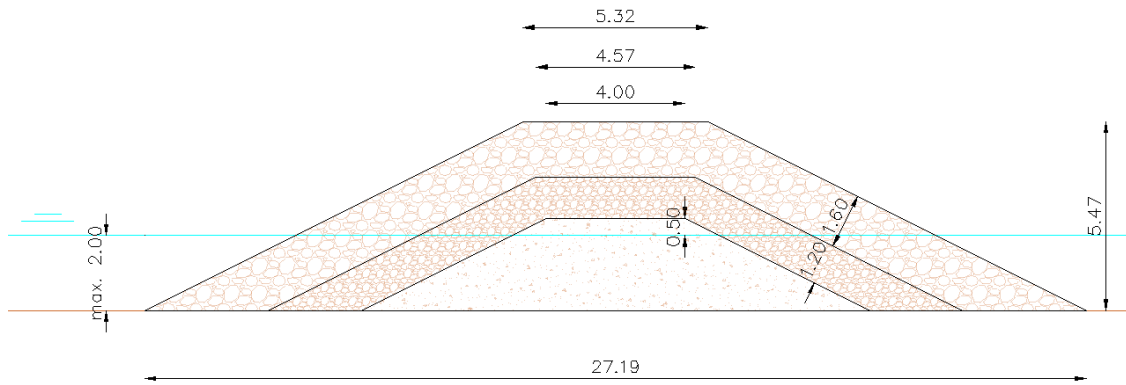


Figura 4 Esquema de la sección principal del espigón. Fuente: Elaboración propia

Por último, destacar que la zona más vulnerable de esta estructura marítima es el morro del espigón, ya que tiene su sección expuesta directamente a las acciones del oleaje. Por ello, se disminuye el coeficiente de estabilidad a 1,3 y se vuelve a obtener el peso y diámetro de cada pieza.

$K_D$	W (Kg)	$D_{50}$ principal (m)	$D_{50}$ filtro (m)
1,3	1.813	0,90	0,45

Tabla 2 Resultado de las dimensiones de las piezas que forman los espigones

### 2.3 COMPROBACIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Con la de los espigones, por el punto 3 disminuye el valor de los kg que salen al solo incidir en la dirección noroeste, pasando de 38.901,32 tn a 25.281,84 tn, demostrando que es una opción **válida** para frenar la erosión de la costa al aumentar el volumen de arena que se queda almacenada en el tramo a estudio y evitar su disipación.

### 2.4 ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN

Para la valoración económica se ha recurrido a los datos abiertos de la web Base de datos de construcción. En el Anejo 5 se indica con mayor detalle las diferentes unidades de obra para esta estimación inicial, en la que solo se han tenido en cuenta las unidades fundamentales para la construcción de los dos espigones.

COSTE (€) / t		MEDICIÓN (t)	PRECIO (€)
Núcleo	18,19	6.222,5	113191,26
Ejecución mantos	19,50	15.992,5	311876,14
Alimentación artificial	6,82	108.840,73	742.293,79
<b>ALTERNATIVA 1</b>			<b>1.592.428,58 €</b>

Tabla 3 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 1

## 3 ALTERNATIVA 2

### DIQUE EXENTO CON FORMACIÓN DE TÓMBOLO

#### 3.1 PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA



Otra opción disponible usada habitualmente es la implantación de diques exentos, los cuales son obras longitudinales que acompañan de forma paralela a la línea de costa y ayudan a protegerla de la energía del oleaje.

Dependiendo de la profundidad, estas obras pueden servir solamente para estabilizar la costa o hasta crear barreras de transporte mediante lo que se conoce como tómbolos.

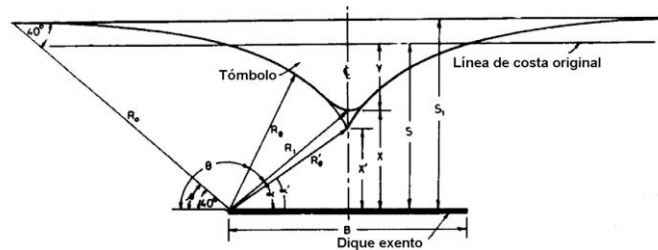


Figura 5 Evolución de una obra exenta en planta. Fuente: R.Silvester et al(G Sole Diaz, n.d.)

En esta alternativa, se va a estudiar la construcción de un dique exento con formación de tómbolo.

Para solucionar el problema de recesión de la Marjal del Moro, lo más conveniente sería hacer coincidir el tómbolo con el tramo que se desea regenerar.

A parte de la longitud del dique, la característica con la que está directamente relacionada la creación del tómbolo es la profundidad de cimentación, o lo que es decir, a que distancia desde la costa se ubica el dique exento.

Según Hsu y Silvester, si  $S/B=0,192$ , se forma un tómbolo 100% desarrollado. Predimensionando como  $B=200$  m, se tiene que la distancia  $S$  a la que se debe encontrar el dique para la creación de tómbolo es de 266 m desde la línea de costa.

Mediante trigonometría y la siguiente fórmula se puede hacer una apreciación del tómbolo producido.

$$\frac{S1}{B} = 0.1112 + 1,082 * \left(\frac{S}{B}\right)$$

Siendo  $S1$  igual a: 310 m.

El valor de  $R_0$  se obtiene de forma directa trazando una línea recta con un ángulo de  $40^\circ$  desde el final del dique hasta que corta con la recta paralela a la costa a distancia  $S1$ , el resultado es de = 482 m

Como el objetivo es crear un tómbolo,  $X$  adquiere el valor de cero.

Despejando el ángulo de la tangente se obtiene que  $\alpha' = 59,32^\circ$

Con todo ello, se puede hacer una aproximación de lo que sería el tómbolo producido por el dique exento, el cual se representa en la siguiente figura.



Figura 6 Representación estimada del tómbolo producido por el dique exento. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

Para el predimensionamiento de la sección del dique se sigue el mismo procedimiento detallado en la alternativa 1, optando también por un manto principal formado por escollera artificial, pero con un talud distinto, siendo en este caso un 3:4

Al ser una obra paralela a la costa, la profundidad del fondo en que se va a sustentar el dique exento corresponde a la batimétrica de -4 m, por tanto, esa será la profundidad a la que permanecerá el dique.

Los parámetros de la fórmula de Hudson tienen los siguientes valores:

$$W = \frac{1}{K_D} \frac{H^3}{\left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1\right)^3} \cot \alpha$$

$K_D=2$ , que es el coeficiente de estabilidad para el diseño con oleaje rompiente en la estructura.

$H$ = Altura de ola de diseño en rotura, la cual es igual al calado más desfavorable (En este caso 4 metros por ser la línea batimétrica correspondiente al morro del espigón) multiplicado por 0,55, cuyo valor es 2.2 m

$\alpha= 36,87^\circ$

Y por último  $\gamma_w$  y  $\gamma_r$  son las densidades del agua marina y del árido de cantera, que tienen los mismos valores que los usados en la primera alternativa (1.027 kg/m<sup>3</sup> y 2.500 kg/m<sup>3</sup> respectivamente).

Cada pieza de escollera de la sección principal tendrá un peso de 3.383 Kg.

Volviendo a usar la siguiente ecuación, se obtiene el diámetro nominal medio de las piezas del manto principal, el cual es igual a 1,1 m. Multiplicando este resultado por 2, calcula el espesor total del manto. De la misma manera, multiplicando 1,1\*0,5 se obtiene el D<sub>50</sub> de la capa del filtro, cuyo espesor es igual a 1,1\*1,5.

$$Dn = 1\left(\frac{W}{\gamma}\right)^{1/3}$$

Los resultados de estas relaciones se muestran en la siguiente figura.

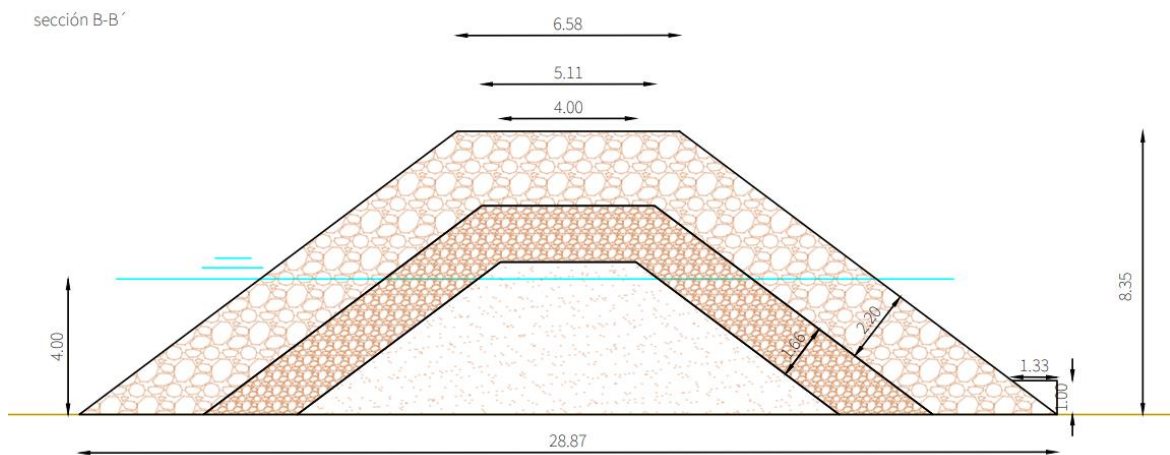


Figura 7 Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.

Igual que en la primera alternativa, el coeficiente de estabilidad se reduce a 1,3 para calcular el peso de las piezas de escollera en los extremos del dique exento.

K <sub>D</sub>	W (Kg)	D <sub>50</sub> principal (m)	D <sub>50</sub> filtro (m)
1,3	9.253	1,5	0,8

Tabla 4 Resultado de las dimensiones de las piezas que forman los espigones en la parte del morro

### 3.3 COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE

Los diques exentos son usados con la finalidad principal de reducir la energía que incide en la costa al hacer que el oleaje impacte en ellos antes y así conseguir una reducción de la altura de ola al pasar por ellos.

Para verificar la correcta función del dique se va a comprobar la altura de ola que hay a la profundidad en la que se va a implantar el dique exento y después se va a comparar con la que queda tras la colocación del mismo.

En el Anejo 3 de Propagación del Oleaje se ha calculado ya este valor para las distintas direcciones del oleaje predominantes, las cuales dan los resultados de:

ALTERNATIVA 2 (profundidad a pie de dique (h) = 5 m)				
outputs/Dir	E (32°)	ESE (2°)	SSE (28°)	S (58°)
H (m)	12,02	12,95	12,25	9,63
Crefracción	0,93	1	0,95	0,74
Casomeramiento	1,25	1,25	1,25	1,25

Tabla 5 Resultados de la propagación del olaje en la ubicación del dique

Mediante la siguiente fórmula (Lamberti & Zanuttigh, n.d.) propuesta por Angremond et al. Se obtiene el valor del coeficiente de transmisión una vez implantando el dique exento formado por escollera.

$$K_t = -0.40 \frac{R_c}{H_{si}} + 0.64 \left( \frac{B_c}{H_{si}} \right)^{-0.31} (1 - e^{-0.50\xi_{op}})$$

Para poder aplicar esta ecuación es necesario haber calculado previamente el número de Iribarren, en la ecuación indicado como  $\xi_{op}$ .

Lo primero sería obtener la longitud de onda en aguas profundas mediante la siguiente relación:

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi L}{d}$$

Siendo:

T = Periodo del pico (s) = 13,21

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

L = Longitud de onda (m)

d = Profundidad (m) = profundidad de la boya de Valencia, 260 m

Finalmente, la longitud de onda da un valor de 272,46 m.

Se procede entonces al cálculo del número de Iribarren:

$$I_r = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H}{L_0}}}$$

Siendo  $\alpha$  el talud del dique, H la altura de ola más desfavorable propagada desde aguas profundas (12,95m) y L la longitud de onda previamente calculada, Ir da un valor de 3,44.

Ir	Rotura
<5	Decrestamiento
0,5<Ir<2,3	Volteo
>2,3	Colapso/Oscitación

Tabla 6 Tipo de rotura de ola en función del número de Iribarren. Fuente: ROM 1.0\_09

Una vez se sabe el número de Iribarren, se obtiene el coeficiente de transmisión con la fórmula de Angremond et al. Descrita previamente, la cual da un resultado de  $K_t = 0,44$ .

Por tanto, la altura de ola con la presencia del dique exento se llega a reducir hasta un 44 %, demostrado que es una opción **válida** para la finalidad del estudio.

### 3.4 ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN

Para esta alternativa se ha seguido el mismo procedimiento que en la anterior, teniendo en cuenta en la medición del camino auxiliar de material todouno que ha de hacerse para poder construir el dique por medios terrestres y que en una vez finalizado deberá de desmantelarse.

COSTE (€) / t		MEDICIÓN	PRECIO
Núcleo y camino auxiliar	18,19	38.666,35	703.365,653
Ejecución mantos	19,50	53.590	1.045.080,03
Alimentación artificial	6,82	814.318,31	5.553.650,87
<b>ALTERNATIVA 2</b>			<b>7.302.096,55 €</b>

Tabla 7 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 2

## 4 ALTERNATIVA 3

### DIQUE EXENTO CON FORMACIÓN DE HEMITÓMBOLO

#### 4.1 PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

Esta alternativa consta de un dique exento con una cota de coronación a ras de la lámina de agua formado por piezas modulares con formación de saliente.

Su ubicación dependerá de la distancia necesaria en relación con la longitud del mismo para no formar tómbolo en la costa. Para ello, la relación de S/B según los estudios de Hsu y Silvester se encontrará entre 5 y 0,75, para así producir saliente en la costa, pero sin llegar a la formación de tómbolo con el paso del tiempo.

Se vuelve a suponer una longitud de 200 metros de dique, y se calcula una distancia a partir de la relación previamente descrita, obteniendo la cifra de 600 metros perpendiculares a la costa.

Para obtener X se emplea la fórmula:

$$\frac{X}{B} = 0.6784 * \left(\frac{S}{B}\right)^{1.2148}$$

Y el resultado es de 515,37 m.

Se obtiene  $R_0$  cuyo valor es de 1044,72 m. Por otro lado, también se calcula  $X'$ , la cual es la distancia teórica desde el dique hasta el pico producido por las parábolas en el caso de que llegaran a cortarse, con la fórmula, también de Silvester-Hsu:

$$\frac{X'}{B} = -1.5928 + 2.5827 * \left(\frac{S}{B}\right) - 10.6751 * \left(\frac{S}{B}\right)^2 + 2.5827 * \left(\frac{S}{B}\right)^3$$

Con estos datos, se puede dibujar una estimación del saliente obtenido, el cual queda representado en la siguiente figura.



Figura 8 Estimación del saliente formado por el dique exento. Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

El dique homogéneo se caracteriza por la ausencia de núcleo en su interior, lo cual es beneficioso, ya que de esta forma aumenta la porosidad y como resultado permite más paso de sedimento en sentido perpendicular a la estructura.

También, al estar formado por piezas independientes, tiene huecos en su interior que permiten la renovación del agua y no bloquean de forma total el paso de sedimentos sólidos por él. Estos huecos también son positivos para el ecosistema marino, además de que al ser de tipo arrecife permite ser colonizado por corales y demás seres vivos presentes.

Se forma por un total de tres capas de piezas apiladas que quedan a ras de la lámina de agua. Para ello se tiene en cuenta la batimetría, que en este caso según la distancia a la que se encuentra de la línea de costa, pertenece a la profundidad de -7 metros. Por tanto, se divide esa longitud en tres partes y da un resultado de 2,33 m de ancho cada capa.

Hoy en día hay multitud de piezas de hormigón viables para la construcción de diques, las cuales son beneficiosas por su resistencia frente al oleaje y la facilidad de su obtención, ya que solo es necesario el encofrado adecuado para darle la forma requerida y el hormigón en masa.

En este estudio, se ha optado por la opción de la pieza especial *Cubípodo*. Esta pieza diseñada por M. Esther Gómez-Martín y Josep R. Medina, se caracteriza por

una mayor estabilidad hidráulica, manteniendo una resistencia estructural aproximada al cubo.

Sabiendo la profundidad del dique y optando por un talud 1:1.33 se predimensiona la sección principal del dique arrecife homogéneo.

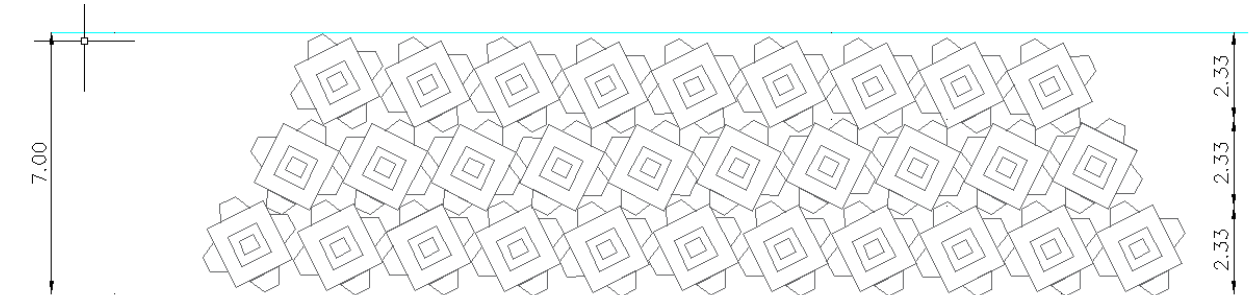


Figura 9 Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.

Los cubípodos deberán de tener las siguientes dimensiones para cumplir con lo representado en la

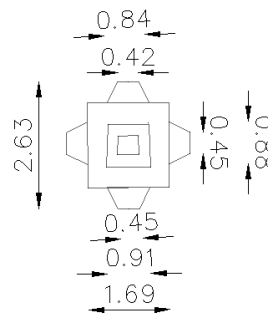


Figura 10 Esquema de las dimensiones de los Cubípodos necesarios para el dique. Fuente: Elaboración propia. (J. R. Medina & Esther Gómez-Martín, 2015)

El peso de cada pieza corresponderá a 42 Tn, obtenido, otra vez, mediante la fórmula:

$$Dn = 1\left(\frac{W}{\gamma}\right)^{1/3}$$

De la cual se despeja W sabiendo el diámetro nominal de cada pieza (2,63 m) y la densidad del hormigón, que generalmente es igual a 2.300 kg/m<sup>3</sup>

### 4.3 COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE

En este caso, para diques exentos homogéneos de baja cota de coronación/sumergidos, se recurre al artículo *Hydraulic Performance of Homogeneous Low-Crested Structures*, (Josep ; Medina et al., 2019) en el que se

indica que para el caso de tres capas de Cubípodos (El artículo referenciado como C3) el coeficiente de transmisión es igual a:

$$C_t = 0,60 - 0,35\left(\frac{R_c}{H_{si}}\right)$$

Siendo  $R_c/H_{si}$  igual al francobordo, nulo en este caso por ser un dique diseñado a ras de la lámina de agua, siendo la proporción de energía del oleaje transmitida, reflejada y disipada igual a un 60%.

Con esto se demuestra que esta tipología de dique exento es **válida** para disminuir la energía del oleaje que afecta a la playa a estudio por disminuir la incidente a pie del dique hasta un 40%.

#### 4.4 ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN

Para estimar el coste de la fabricación de los Cubípodos Molines (2009) y Medina et al (2010) propusieron usar la siguiente ecuación para la construcción de diques en el caso de un único tamaño de piezas, como es el caso de la alternativa escogida. (Josep; Medina & Gómez, 2016)

$$C_c \left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right] = (265 + \text{HOR}) + 1.00 \left[ 10^5 \left( \frac{1}{\ln(V_c \times W_c)} \right)^2 - 10^4 \left( \frac{1}{\ln(V_c \times W_c)} \right) \right]$$

Siendo:

HORM = Coste por  $\text{m}^3$  del hormigón (Se considera un precio de 60 €/ $\text{m}^3$ )

$V_c$  = Volumen de hormigón para la fabricación de las piezas. Se obtiene el volumen de cada cubípedo y se multiplica por el número total de piezas, dando un resultado de 14.060,80  $\text{m}^3$

$W_c$  = Peso de cada Cubípedo (42 Tn).

Con todo ello, el valor del coste de los Cubípodos es igual a 138,76 €/ $\text{m}^3$

En este valor, se incluyen los precios del suministro, encofrado, manipulación, transporte y colocación.

Para poder saber exactamente lo que le corresponde a que, se hace uso del gráfico de costes del Manual del Cubípedo 2015.



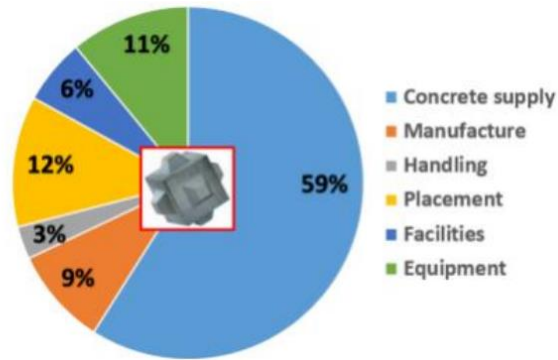


Figura 11 Porcentaje de los costes del Cubípedo. Fuente: Manual del Cubípedo (2015)

Con él y con los porcentajes que muestra, se calculan los precios unitarios que lo conforman.

El coste más alto para la construcción del Cubípedo es el suministro de hormigón (En el gráfico Concrete supply) el cual tiene el valor del 59%, dando un coste de 81,87 €/m<sup>3</sup>

En la siguiente tabla se muestran los costes del proceso de la fabricación de los Cubípedos y la implantación de estos en su posición final a los que les corresponden a un total de 68% y 32% respectivamente.

COSTE (€/m3)		MEDICIÓN (m3)	PRECIO (€)
Fabricación Cubípedos	94,36	14.060,80	1.326.756,63
Implantación en localización final	44,40	14.060,80	624.356,06
Alimentación artificial	6,82	932.887,8	6.362.294,80
<b>ALTERNATIVA 3</b>			<b>8.313.407,49</b>

Tabla 8 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 3

Los diferentes costes con sus porcentajes y resultados se encuentran mostrados en el Anejo 5 de Valoración Económica.

## 5 ALTERNATIVA 4

### DIQUE EXENTO SIN VARIACIÓN EN LA LÍNEA DE COSTA

#### 5.1 PREDIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

La función de este dique es estabilizar el frente costero garantizando la anchura de playa necesaria sin ocasionar cambios en la costa.

Para ello la profundidad de su cimentación deberá corresponder a la relación de  $S/B > 5$ . Al igual que en las alternativas anteriores, se predimensiona una longitud de dique igual a 200 y así se obtiene la distancia de la obra a la orilla, siendo en este caso  $S=1.000$  m.

## 5.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

Para dimensionar la sección y teniendo en cuenta la profundidad de la cimentación de este dique, se opta de nuevo por uno de tipo arrecife homogéneo, ya que afecta menos al ecosistema marino y da como solución un dique con menos altura.

A esta distancia, la batimétrica encontrada es la de profundidad -8.5 m. Dado que la profundidad en esta alternativa es de un valor más alto que en la anterior, se opta por dividir el dique en 4 capas en vez de en tres, con el fin de disminuir la sección de los Cubípodos y no obtener pesos desmesurados.

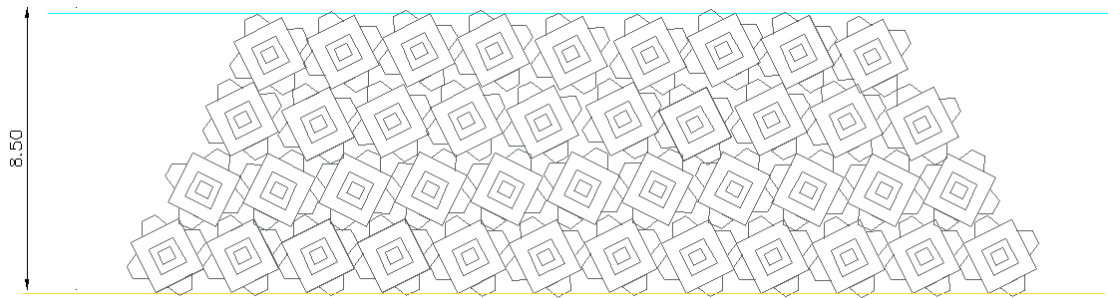


Figura 12 Esquema de la sección principal del dique exento. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, las dimensiones de cada Cubípedo corresponderán a lo detallado en la siguiente imagen.

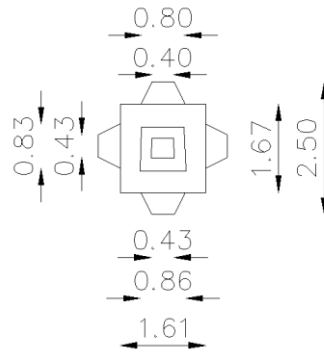


Figura 13 Esquema de las dimensiones de los Cubípodos necesarios para el dique. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, el peso de cada Cubípedo, corresponde al valor de 36 Tn aproximadas de hormigón en masa, el cual se ha obtenido mediante la fórmula del diámetro nominal ya detallada en las alternativas anteriores, despejando introduciendo  $D_n$  igual a 2,5 m.

## 5.3 COMPROBACIÓN DE LA DISIPACIÓN DEL OLEAJE

En esta alternativa se vuelve a hacer referencia al artículo *Hydraulic Performance of Homogeneous Low-Crested Structures*, con la distintiva que el caso de la Alternativa 4 no se encuentra directamente descrito en él, ya que solamente hay 3

tipos de diques homogéneos, los de 2 capas (A1), 3 capas (C3) y 5 capas (B5). Como esta alternativa se forma por 4 capas, se tiene en cuenta el porcentaje de energía transmitida tanto en los diques sumergidos de 3 capas como en las de 5, siendo las siguientes ecuaciones respectivamente.

$$C_t(C3) = 0,60 - 0,35\left(\frac{R_c}{H_{si}}\right)$$

$$C_t(B5) = \max \left[ 0,54; 0,54 - 0,40\left(\frac{R_c}{H_{si}}\right) \right]$$

Como se ha explicado anteriormente, en el caso de C3, se transmite un 60% de la energía del oleaje. En el caso B5, este porcentaje es igual a 54%

Se llega a la conclusión de que conforme aumentan las capas de Cubípodos, el porcentaje de energía que se transmite es cada vez menor, estando la alternativa propuesta dentro del intervalo 55%-60%.

Con esto se vuelve a demostrar que este dique exento es **válido** y que incluso esta alternativa 4 reduce más la energía que la anterior alternativa.

#### 5.4 ESTIMACIÓN DE COSTE DE EJECUCIÓN

Para esta última alternativa se sigue el mismo procedimiento detallado la alternativa anterior y se obtiene el siguiente resultado:

COSTE (€/m³)		MEDICIÓN (m³)	PRECIO (€)
Fabricación Cubípodos	94,26	16.484,38	1.553.881,41
Implantación en localización final	44,36	16.484,38	731.238,311
Alimentación artificial	6,82	108.840,73	742.293,79
<b>ALTERNATIVA 4</b>			<b>3.027.357,85</b>

Tabla 9 Estimación de coste de ejecución de la Alternativa 4

También mejor desarrollado en el Anejo 5 de Valoración económica.

- [1]. Ballester, P. (2023). *Estudio de soluciones para la adaptación al cambio climático del dique de abrigo del Puerto Deportivo de Moraira (Teulada, Alicante)*.
- [2]. ETSCCP. (2023). Apuntes asignatura Obras Marítimas.
- [3]. G Sole Diaz. (n.d.). *Capítulo II: Concepto de bahía de equilibrio. Revisión de métodos*.
- [4]. Lamberti, A., & Zanuttigh, B. (n.d.). *Low Crested Breakwaters*. Retrieved from <http://www.vandermeerconsulting.nl/>.
- [5]. Medina, J. R., & Esther Gómez-Martín, M. (2015). *EDITORIAL UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Manual del Cubípedo® 2015*. Retrieved from [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es)
- [6]. Medina, Josep;, & Gómez, M. E. (2016). *Cubipod manual 2016*. Retrieved from [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es)
- [7]. Medina, Josep ;, Gómez-Martín, M., Esther, ;, Mares-Nasarre, P. ;, Odériz, I. ;, Mendoza, E. ;, & Silva, R. (2019). Hydraulic Performance of Homogeneous Low-Crested Structures. [https://doi.org/10.18451/978-3-939230-64-9\\_007](https://doi.org/10.18451/978-3-939230-64-9_007)

## ANEJO 5: VALORACIÓN ECONÓMICA

**ÍNDICE**

MEDICIONES.....	2
VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	2
MEDICIONES PARA LA ALTERNATIVA FINAL JUNTO CON APORTE DE SEDIMENTOS.....	2
VALORACIÓN ECONÓMICA.....	3
IMPORTE UNITARIO PARA ELECCIÓN DE ALTERNATIVA .....	3
ALTERNATIVAS 1 Y 2 .....	3
DIQUES EXENTOS FORMADOS POR CUBÍPODOS .....	3
VALORACIÓN ECONÓMICA FINAL .....	4
CAPITULO 1: ACTUACIONES PREVIAS.....	4
CAPITULO 2: DIQUE EXENTO .....	5
CAPITULO 3: REGENERACIÓN DE PLAYA .....	5
CAPITULO 4: OPERACIONES COMPLEMENTARIAS .....	5
CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD .....	5
CAPITULO 6: GESTIÓN DE RESIDUOS .....	5
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN .....	6

## MEDICIONES

### VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>MEDICIÓN</b>
Todouno para el núcelo de los espigones .....	12.445 t
Escollera para los dos mantos de los espigones .....	31.985 t
Alimentación artificial .....	108.840,73 t
<b>ALTERNATIVA 2</b>	
Todouno para núcelo del dique y construcción de mota auxiliar para construcción por medios terrestres .....	38.666,35 t
Escollera para los mantos del dique .....	53.590 t
Alimentación artificial .....	814.318,31 t
<b>ALTERNATIVA 3</b>	
Volumen de hormigón necesarios para la construcción de los cubípodos .....	14.060,80 m3
Alimentación artificial .....	932.887,80 t
<b>ALTERNATIVA 4</b>	
Volumen de hormigón necesarios para la construcción de los cubípodos .....	16.484,38 m3
Alimentación artificial .....	108.840,73 t

### MEDICIONES PARA LA ALTERNATIVA FINAL JUNTO CON APORTE DE SEDIMENTOS

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD
U1011	m2	Despeje, desbroce y refinado de explanada del Puerto de Sagunto destinada a la construcción de cubípodos.	3.660
U1012	m2	Compactación terreno natural por medios mecánicos, hasta conseguir densidad del 95% del Proctor normal en área de acopio	243
U1013	m3	Formación de terraplén para poder hormigonar los cubípodos en la explanada de construcción con suelo tolerable de aportación	200
U1021	PA	Prospección de buzos en la zona	1
U1021	PA	Barrera antiturbidez	1
U5001	PA	Seguridad y Salud	1
U6001	m3	Carga de material procedente de desbroce realizado por medios mecánicos	3.800
U3001	m3	Aportación de arena procedente de cantera de canto rodado de piedra granítica de D50=0,47 mm para playa, incluso extracción, cribado, lavado, carga, transporte hasta el punto de vertido en obra y extendido	61.074
U4001	PA	Seguimiento y control	1
U4002	PA	Operaciones de remate	1
U4003	PA	Control de Calidad	1
U2001	m3	Suministro encofrado y hormigonado en línea de los cubípodos en la explanada correspondiente	16.484,38
U2002	m3	Transporte en camión tipo góndola a la terminal y puesta en obra desde barcaza como medio marítimo de transporte a su emplazamiento final	16.484,38

## VALORACIÓN ECONÓMICA

### IMPORTE UNITARIO PARA ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

#### ALTERNATIVAS 1 Y 2

Suministro y colocación de todouno procedente de cantera en núcleo de espigón, incluso el perfilado de taludes, el transporte y colocación desde tierra					
CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	IMPORTE
U0111	h	Oficial 1ª construcción	23,58	0,008	0,19
U0112	h	Peón ordinario construcción	19,8	0,015	0,30
U0113	tn	Escollera todo en uno	8,3	1	8,30
U0114	h	Pala cargadora de oruga 200 cv 2,2m3	156,75	0,06	9,41
TOTAL (t)					<b>18,19</b>

Suministro y colocación de escollera procedente de cantera de 1.17 kg, incluso el perfilado de taludes, el transporte y colocación desde tierra					
CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	IMPORTE
U0121	h	Oficial 1ª construcción	23,58	0,008	0,19
U0122	h	Peón ordinario construcción	19,8	0,015	0,30
U0123	tn	Escollera	8,3	0,05	15,56
U0124	h	Pala cargadora de oruga 200 cv 2,2m3	156,75	0,008	1,25
U0125	h	Camión bañera 30 t	92,22	0,02	1,84
U0126	h	Grua autopropulsada 60 T	168,6	0,005	0,84
TOTAL (t)					<b>19,50 €</b>

Aportación de arena procedente de cantera de canto rodado de piedra granítica de D50=0,47 mm para playa, incluso extracción, cribado, lavado, carga, transporte hasta el punto de vertido en obra y extendido					
CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	IMPORTE
U2001	h	Peón ordinario construcción	19,8	0,15	2,97
U2002	t	Arena granítica D50=0,47 mm cantera	7,44	1,8	13,39
U2003	h	Camión 12tm y extendidora	67,69	0,02	1,35
Total (m3)					<b>17,72 €</b>

#### DIQUES EXENTOS FORMADOS POR CUBÍPODOS

$$C_c \left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right] = (265 + HOR) + 1.00 \left[ 10^5 \left( \frac{1}{\ln(V_c \times W_c)} \right)^2 - 10^4 \left( \frac{1}{\ln(V_c \times W_c)} \right) \right]$$

#### ALTERNATIVA 3

HORM = Coste por m<sup>3</sup> del hormigón (Se considera un precio de 60 €/m<sup>3</sup>)

Vc = Volumen de hormigón para la fabricación de las piezas. Se obtiene el volumen de cada cubípedo y se multiplica por el número total de piezas, dando un resultado de 14.060,80 m<sup>3</sup>



Wc = Peso de cada cubípedo (42 Tn).

	€	m3	€
Cc (€/m3)	138,76	14.060,80	<b>1.951.112,69</b>

	€	m3	€
Suministro hormigon (59%)	81,87	14.060,80	1.151.156,49
Fabricación (9%)	12,49	14.060,80	175.600,142
Manipulación (3%)	4,16	14.060,80	58.533,3807
Colocación (12%)	16,65	14.060,80	234.133,523
Instalación (6%)	8,33	14.060,80	117.066,761
Equipo fijo (11%)	15,26	14.060,80	214.622,396

#### ALTERNATIVA 4

HORM = Coste por m<sup>3</sup> del hormigón (Se considera un precio de 60 €/m<sup>3</sup>)

Vc = Volumen de hormigón para la fabricación de las piezas. Se obtiene el volumen de cada cubípedo y se multiplica por el número total de piezas, dando un resultado de 16.484,38 m<sup>3</sup>

Wc = Peso de cada Cubípedo (36 Tn).

	€/m3	m3	€
Cc (€/m3)	138,62	16.484,38	<b>2.285.064,06</b>

	€/m3	m3	€
Suministro hormigón (59%)	81.79	1.6484,38	1.348.220,64
Fabricación (9%)	12.48	1.6484,38	205.660,78
Manipulación (3%)	4.16	1.6484,38	68.553,59
Colocación (12%)	16.63	1.6484,38	274.214,37
Instalación (6%)	8.32	1.6484,38	137.107,18
Equipo fijo (11%)	15.25	1.6484,38	251.363,17

## VALORACIÓN ECONÓMICA FINAL

### CAPITULO 1: ACTUACIONES PREVIAS

#### SUBCAPITULO 1.1

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U1011	m2	Despeje, desbroce y refinado de explanada del Puerto de Sagunto destinada a la construcción de cubípedos.	3.660	0,85	3.111
U1012	m2	Compactación terreno natural por medios mecánicos, hasta conseguir densidad del 95% del Proctor normal en área de acopio	243	0,99	240,57

U1013	m3	Formación de terraplén para poder hormigonar los cubípodos en la explanada de construcción con suelo tolerable de aportación	200	6,79	1.358
-------	----	--	-----	------	-------

#### SUBCAPITULO 1.2

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U1021	PA	Prospección de buzos en la zona	1	1.500	1.500
U1021	PA	Barrera antiturbidez	1	59,81	59,81

#### CAPITULO 2: DIQUE EXENTO

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U2001	m3	Suministro encofrado y hormigonado en línea de los cubípodos en la explanada correspondiente	16.484,375	106,74	1.759.542,19
U2002	m3	Transporte en camión tipo góndola a la terminal y puesta en obra desde barcaza como medio marítimo de transporte a su emplazamiento final	16.484,375	31,88	525.521,88

#### CAPITULO 3: REGENERACIÓN DE PLAYA

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U3001	m3	Aportación de arena procedente de cantera de canto rodado de piedra granítica de D50=0,47 mm para playa, incluso extracción, cribado, lavado, carga, transporte hasta el punto de vertido en obra y extendido	61.074,31	17,72	1.082.236,77

#### CAPITULO 4: OPERACIONES COMPLEMENTARIAS

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U4001	PA	Seguimiento y control	1	50.000	50.000
U4002	PA	Operaciones de remate	1	60.000	60.000
U4003	PA	Control de Calidad	1	45.000	45.000

#### CAPITULO 5: SEGURIDAD Y SALUD

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U5001	PA	Seguridad y Salud	1	15.000	15.000

#### CAPITULO 6: GESTIÓN DE RESIDUOS

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE €
U6001	m3	Carga de material procedente de desbroce realizado por medios mecánicos	3.800	0,83	3.154

## PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

CAPÍTULO	RESUMEN	COSTE €
1	ACTUACIONES PREVIAS	6.269,38
2	OBRA CIVIL DIQUE EXENTO	2.285.064,06
3	REGENERACIÓN PLAYA	1.082.236,77
4	OPERACIONES COMPLEMENTARIAS	155.000
5	SEGURIDAD Y SALUD	15.000
6	GESTIÓN DE RESIDUOS	3.154
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		3.546.724,216
13%GG		461.074,15
6%BI		212.803,45
TOTAL		4.220.601,82
IVA		886.326,382

## PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

**5.106.928,20 €**

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de *CINCO MILLONES CIENTO SEIS MIL NOVECIENTOS VEINTIOCHO euros con VEINTE céntimos.*

Firmado por Claudia Barjola Martínez

1 de septiembre de 2024:



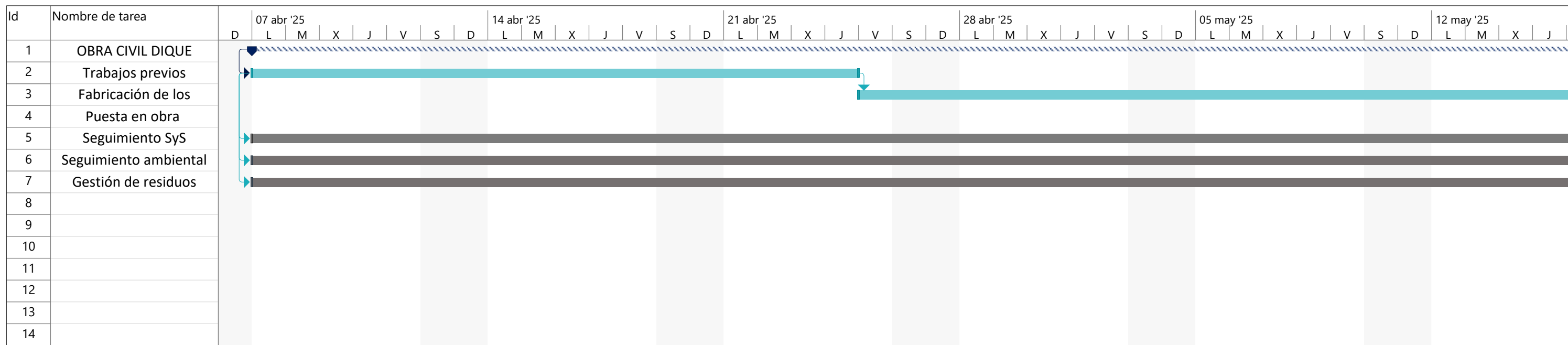
## ANEJO 6: PLAN DE OBRA

**ÍNDICE**

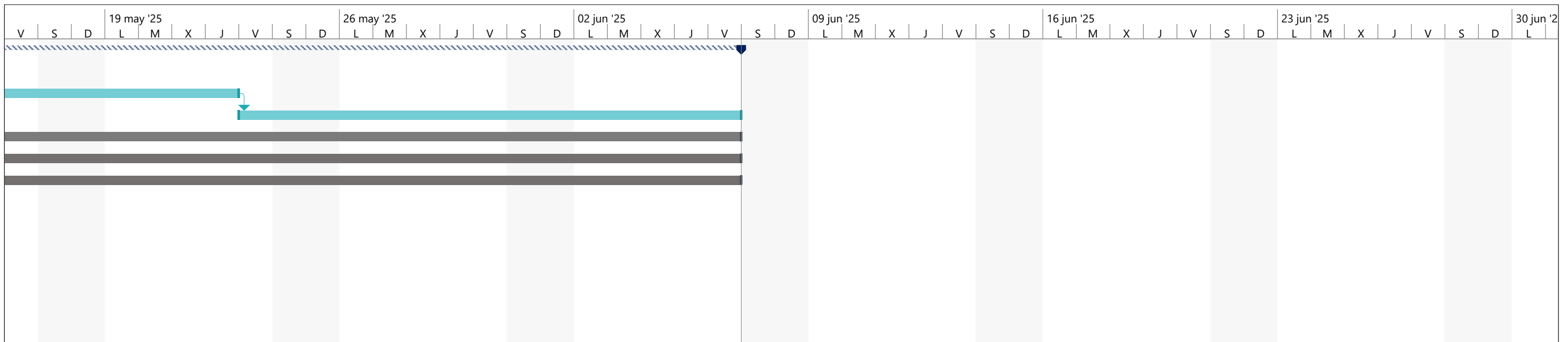
CONSTRUCCIÓN DIQUE EXENTO .....2

REGENERACIÓN DE LA PLAYA .....5

## CONSTRUCCIÓN DIQUE EXENTO



Proyecto: Proyecto1 Fecha: mar 13/08/24	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

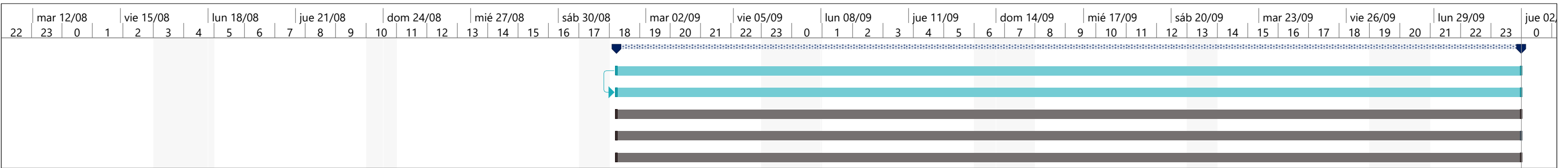


Proyecto: Proyecto1  
 Fecha: mar 13/08/24

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			



## REGENERACIÓN DE PLAYA



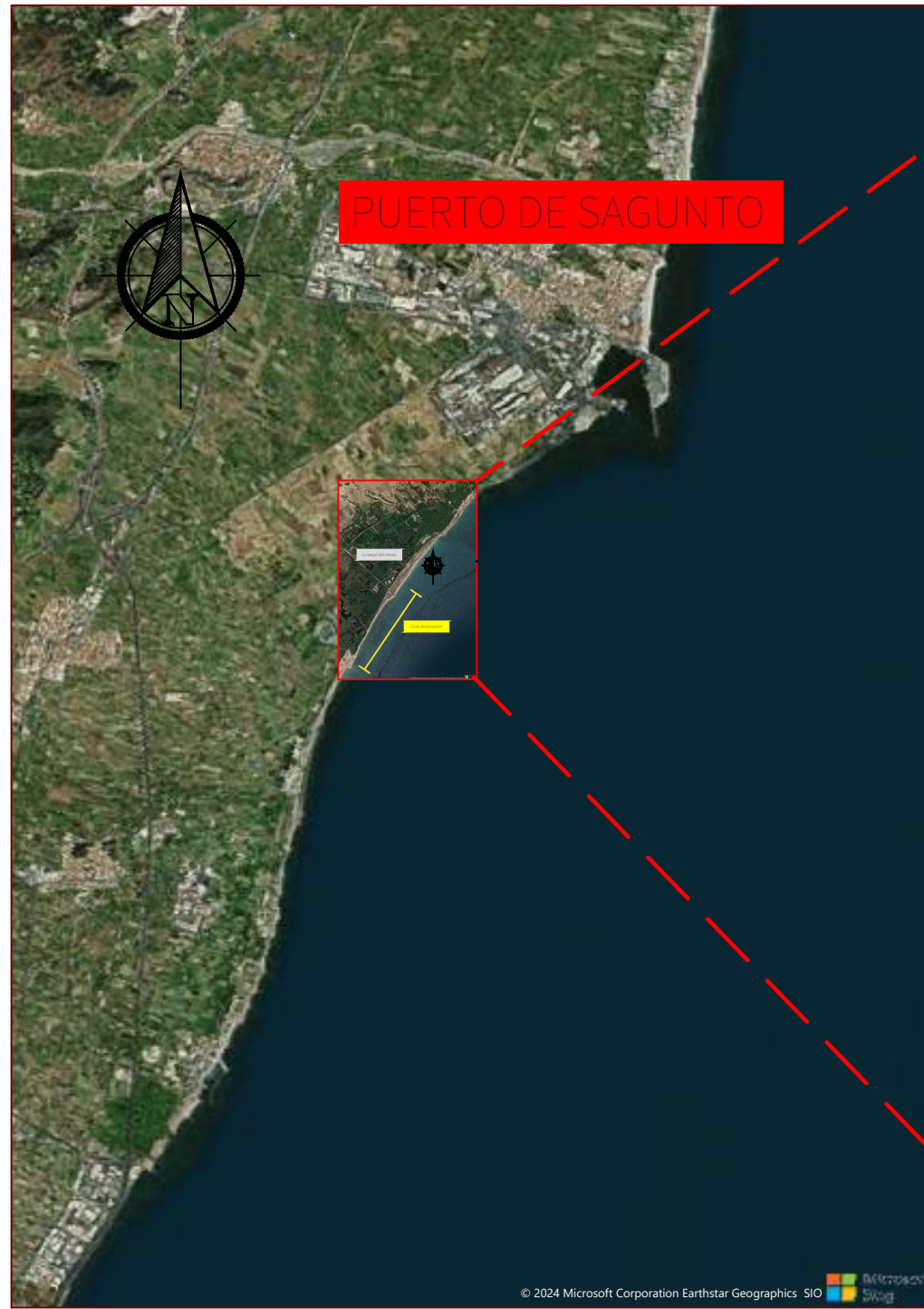
Proyecto: SEDIMENTOS  
 Fecha: lun 19/08/24

Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

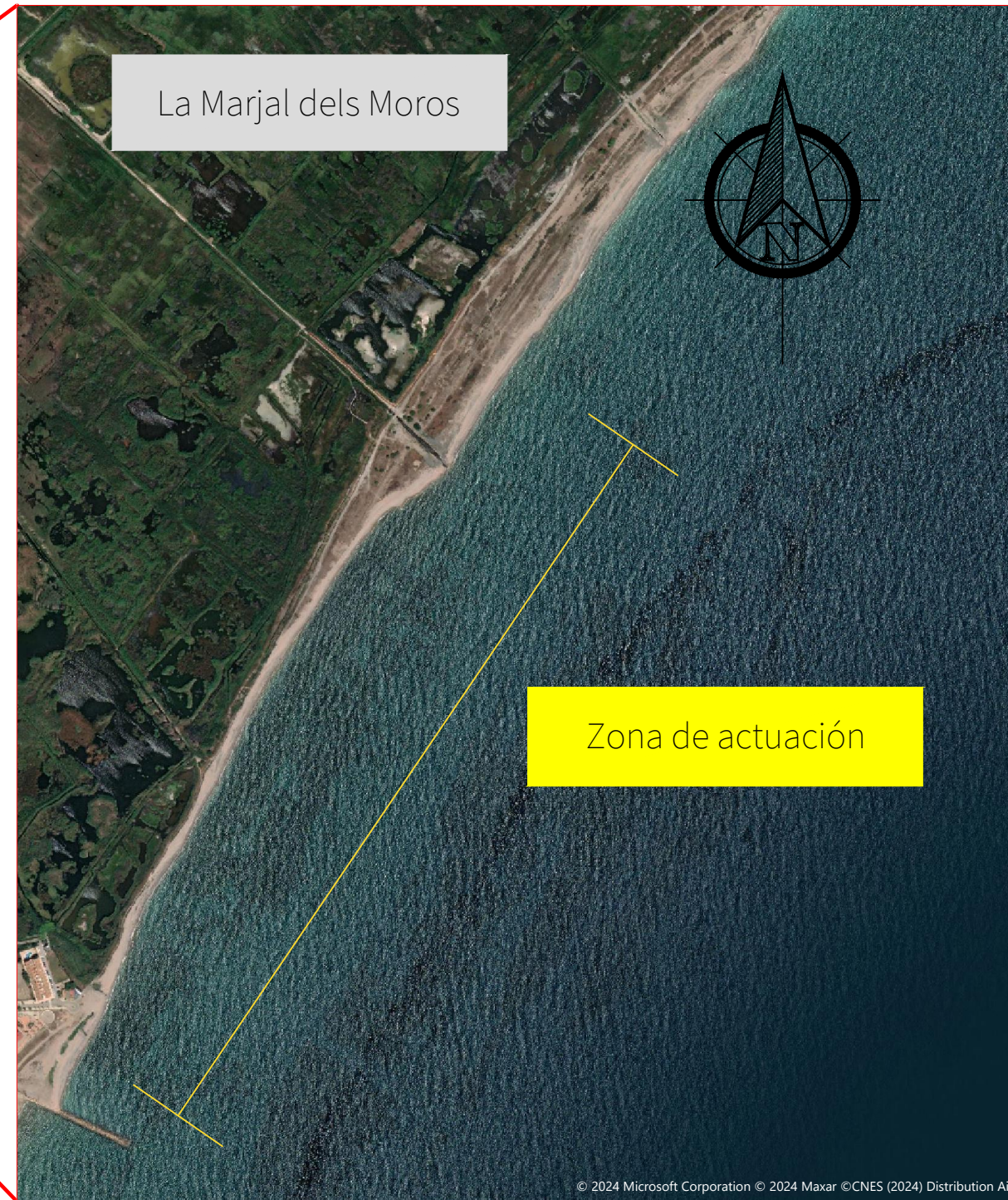
## ANEJO 7: PLANOS

## **INDICE**

1. Ubicación
2. Batimetría
3. Alternativa 1
4. Alternativa 2
5. Alternativa 3
6. Alternativa 4
7. Alimentación artificial



escala 1/2456



escala 1/256

Autor: Claudia Barjola Martínez  
 Tutor: Jorge Molines Llodrà  
 Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

Estudio de Alternativas para la  
 estabilización del frente litoral  
 de la Marjal del Moro, Sagunto  
 (Valencia)

Título del Plano: Ubicación

Escala: Varias

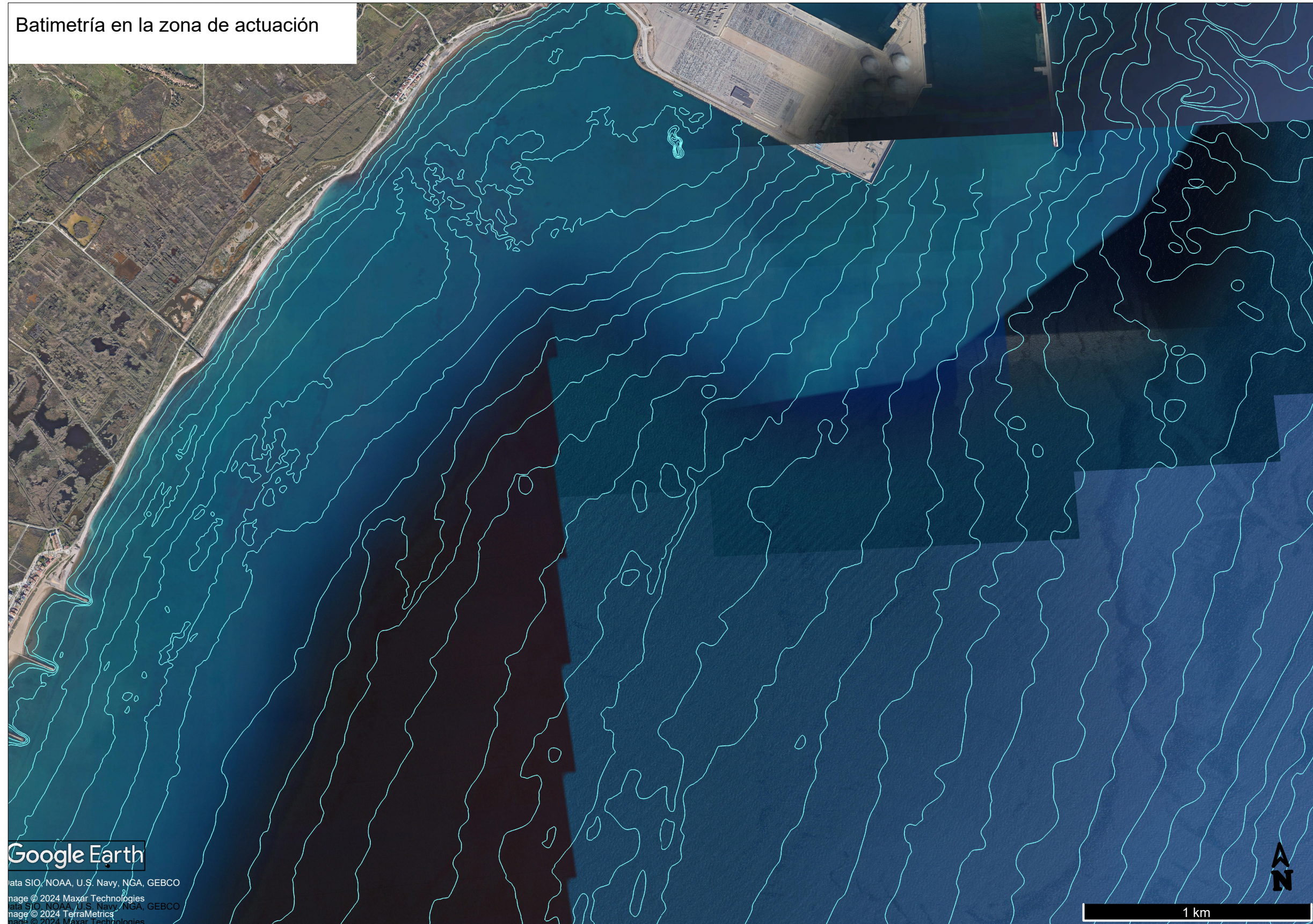
Unidades: metros

Julio 2024

Plano 1/7



Batimetría en la zona de actuación



Autor: Claudia Barjola Martínez  
Tutor: Jorge Molines Llodrà  
Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

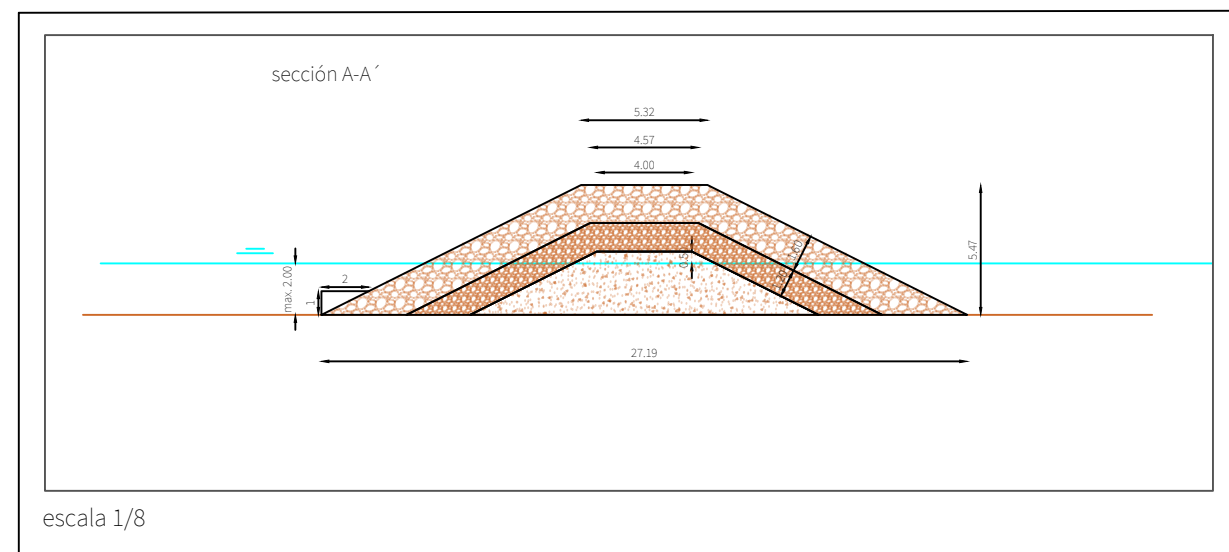
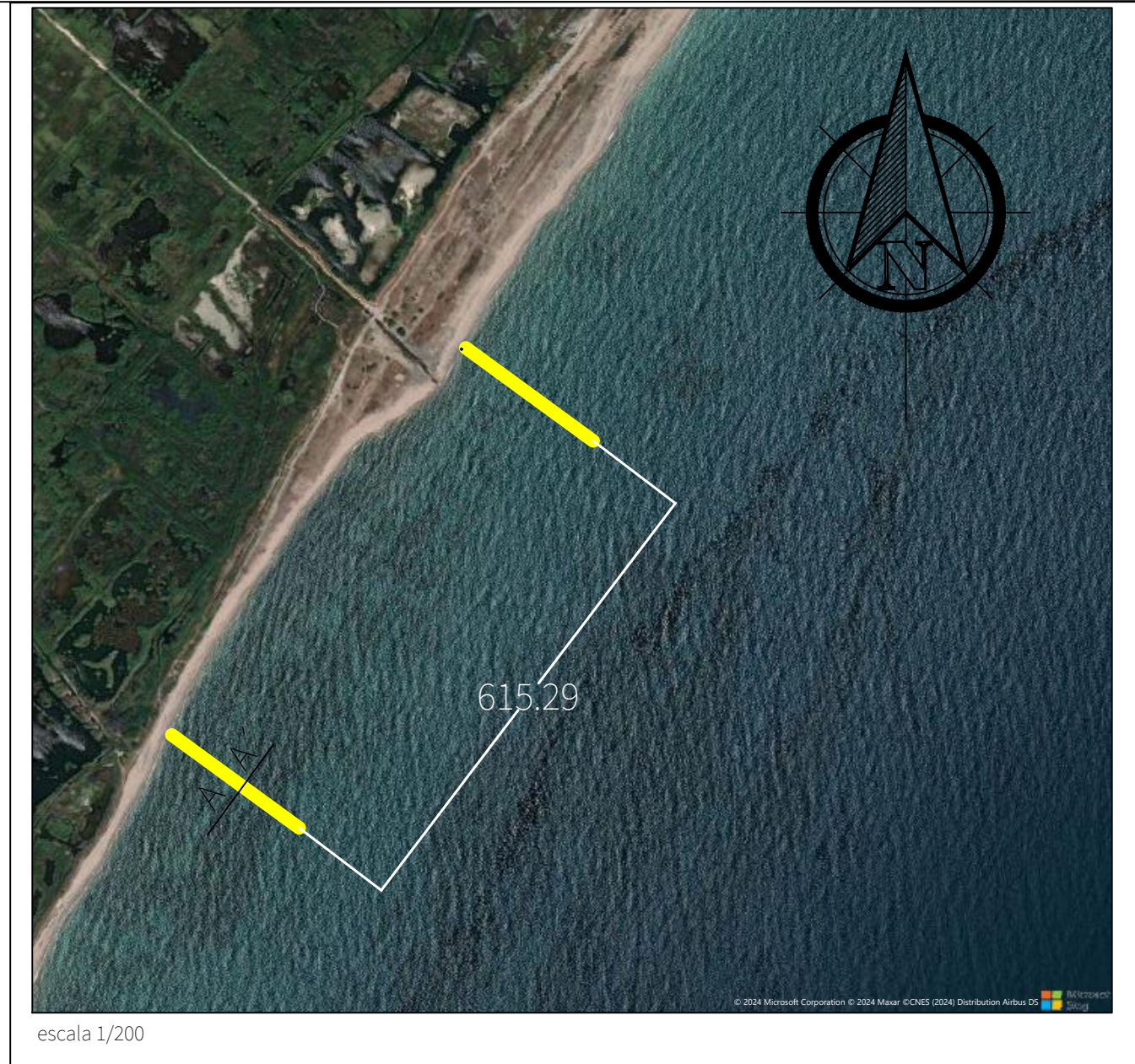
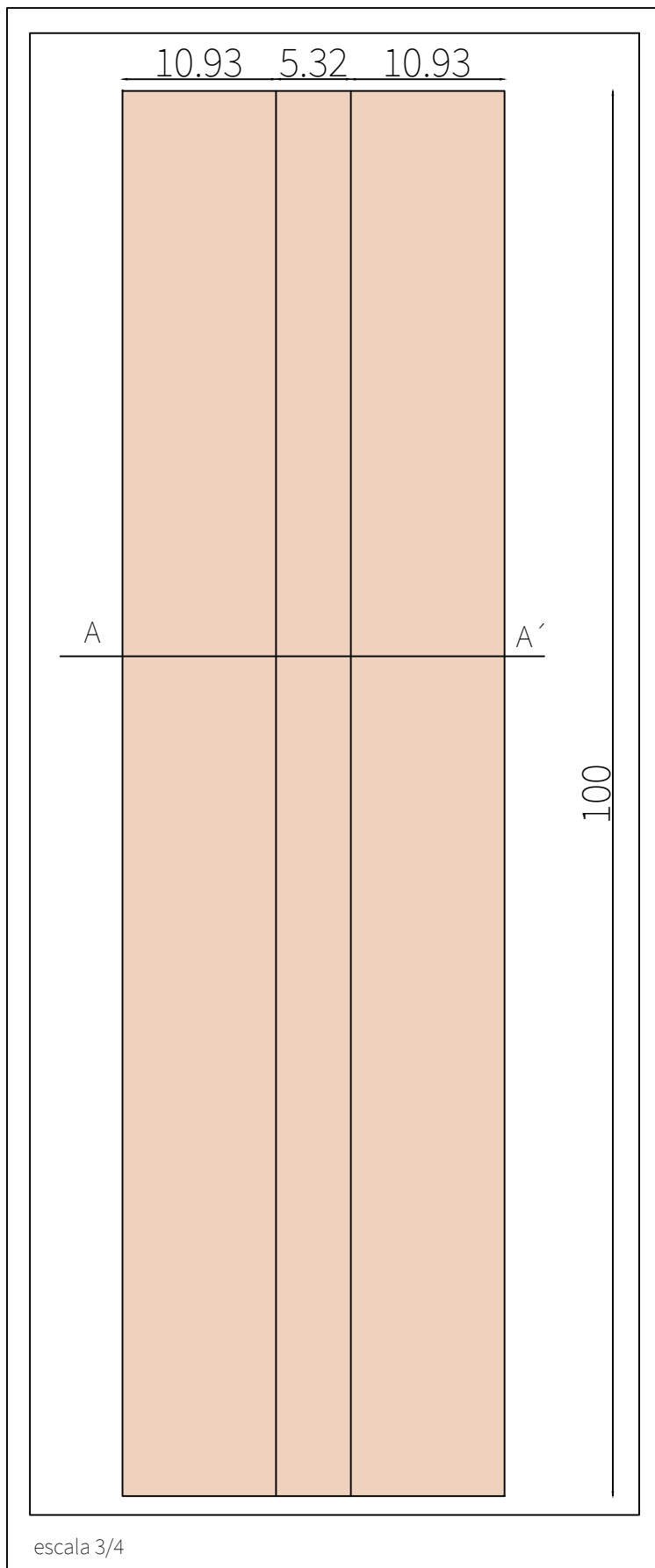
Estudio de Alternativas para la  
estabilización del frente litoral de la  
Marjal del Moro, Sagunto (Valencia)

Título del Plano: Batimetría en la zona  
de actuación

Escala  
Unidades: metros

Julio 2024  
Plano 2/7





Autor: Claudia Barjola Martínez  
 Tutor: Jorge Molines Llodrá  
 Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

Estudio de Alternativas para la  
 estabilización del frente litoral  
 de la Marjal del Moro, Sagunto  
 (Valencia)

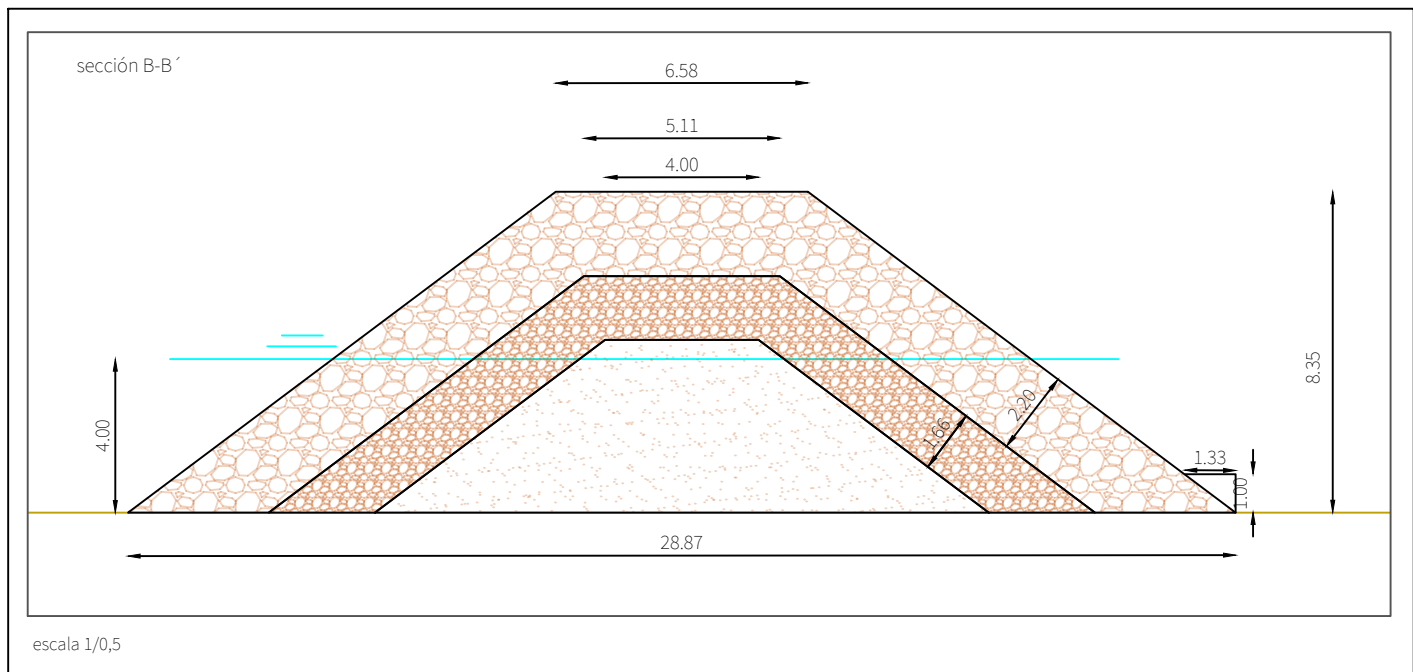
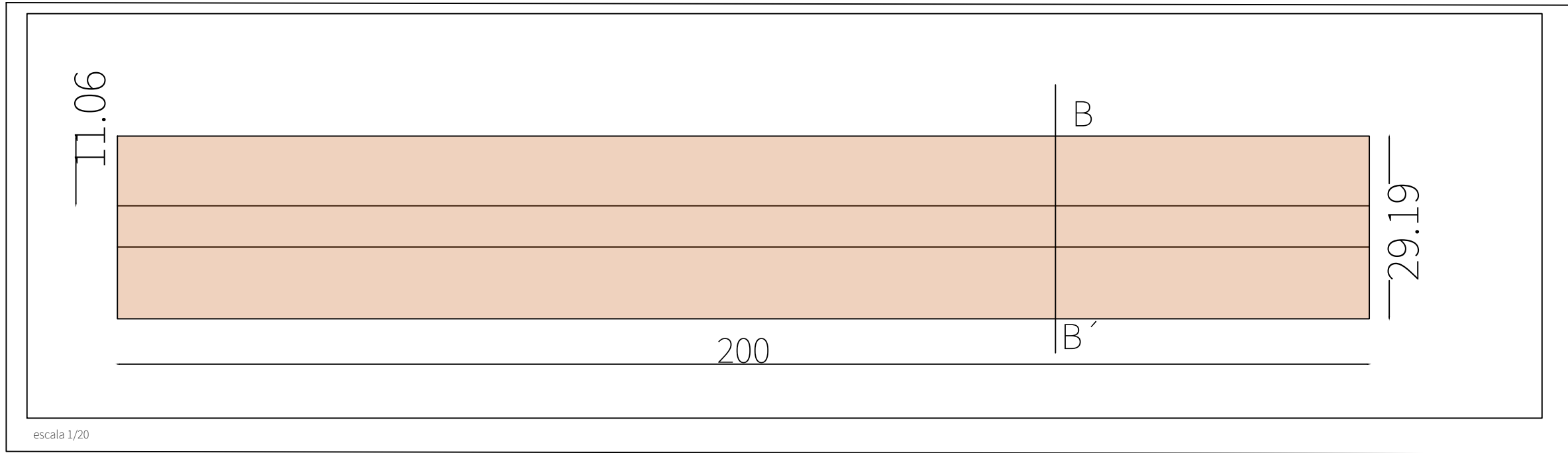
Título del Plano: Alternativa 1

Escala: Varias  
 Unidades: metros

Julio 2024  
 Plano 3/7

*Claudia*





Autor: Claudia Barjola Martínez

Tutor: Jorge Molines Llodrà  
Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

Estudio de Alternativas para la estabilización del frente litoral de la Marjal del Moro, Sagunto (Valencia)

Título del Plano: Alternativa 2

Escala: Varias

Unidades: metros

Julio 2024

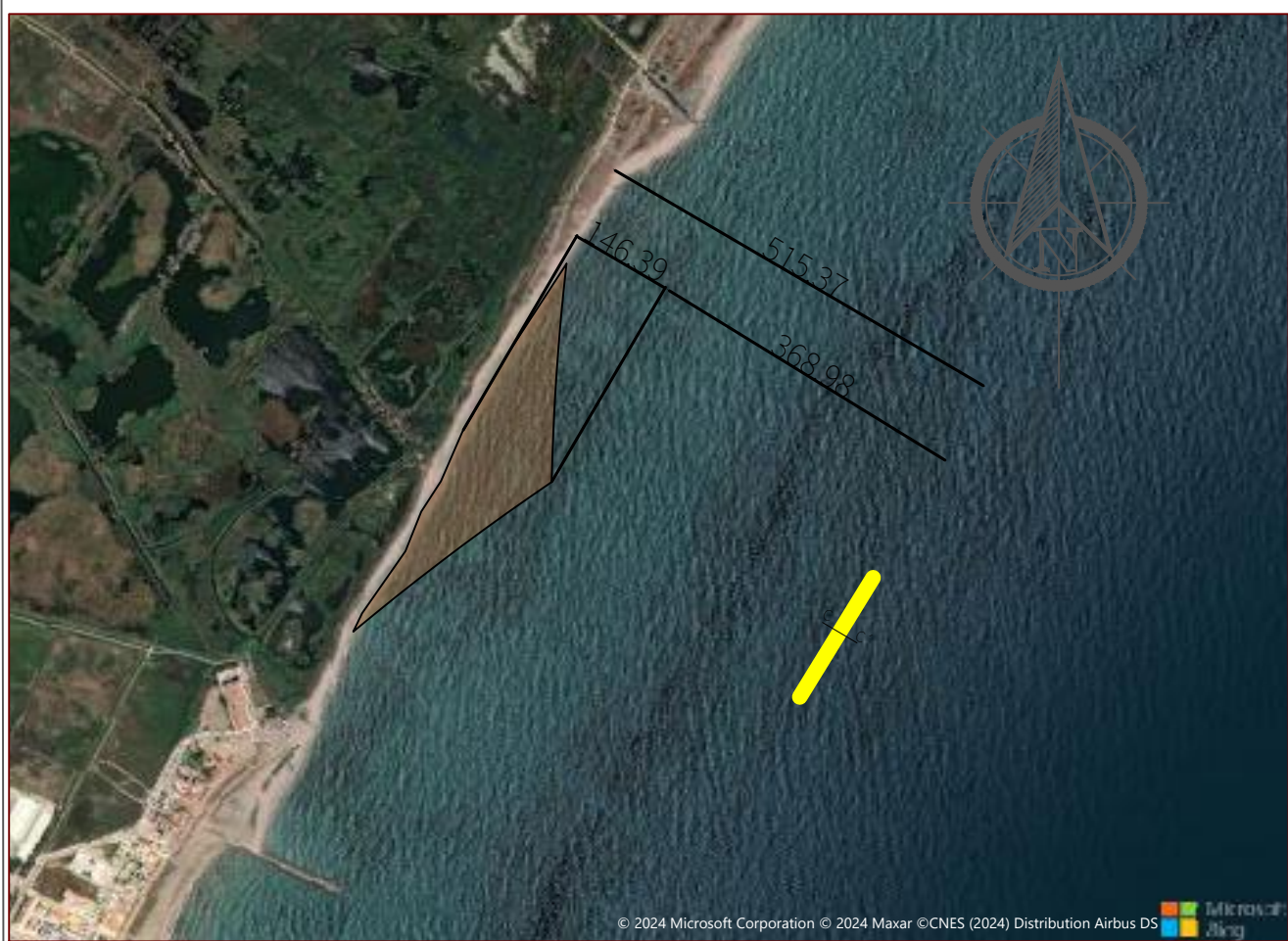
Plano 4/7

*Claudia*

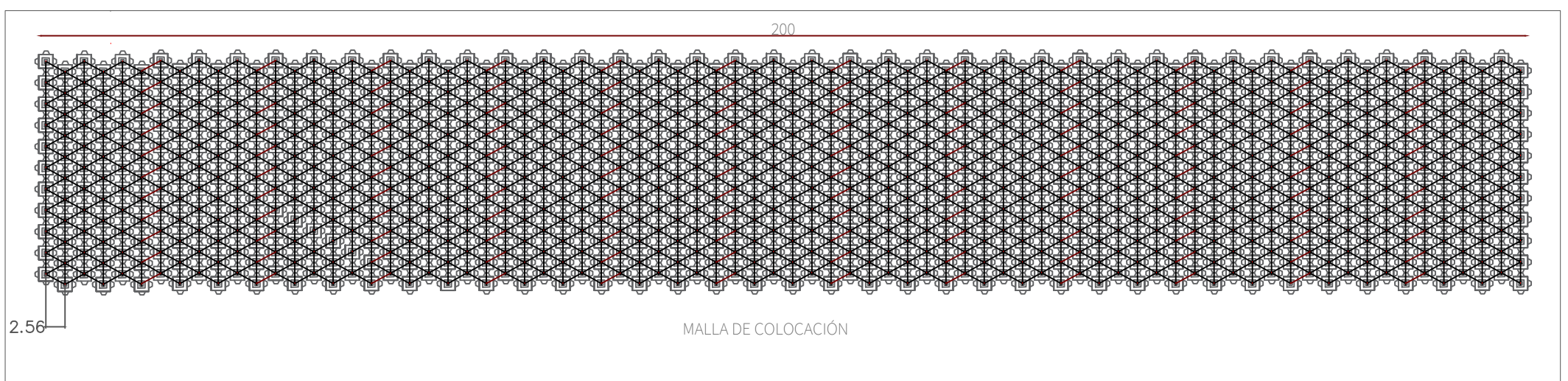
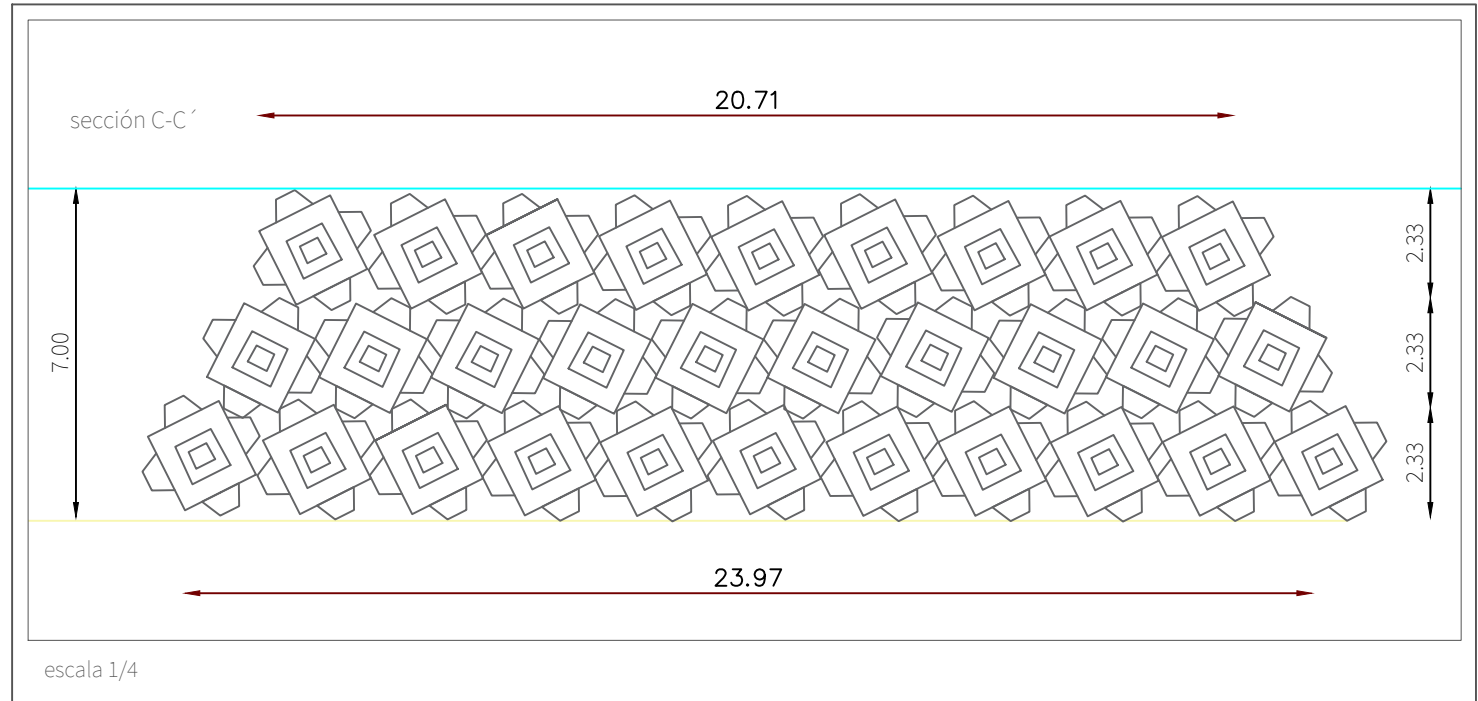


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

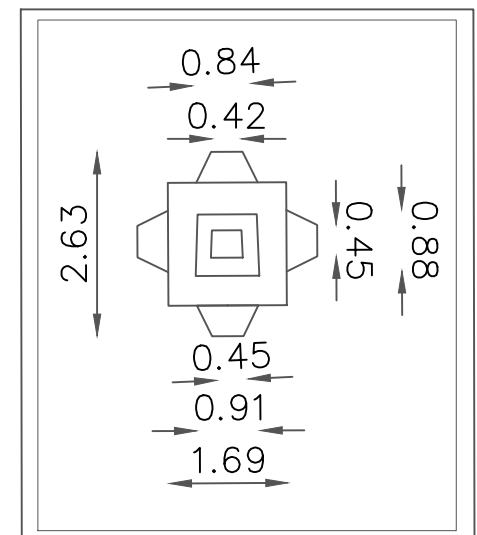




escala 1/269



escala 1/19



escala 1/3

Autor: Claudia Barjola Martínez  
 Tutor: Jorge Molines Llodrà  
 Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

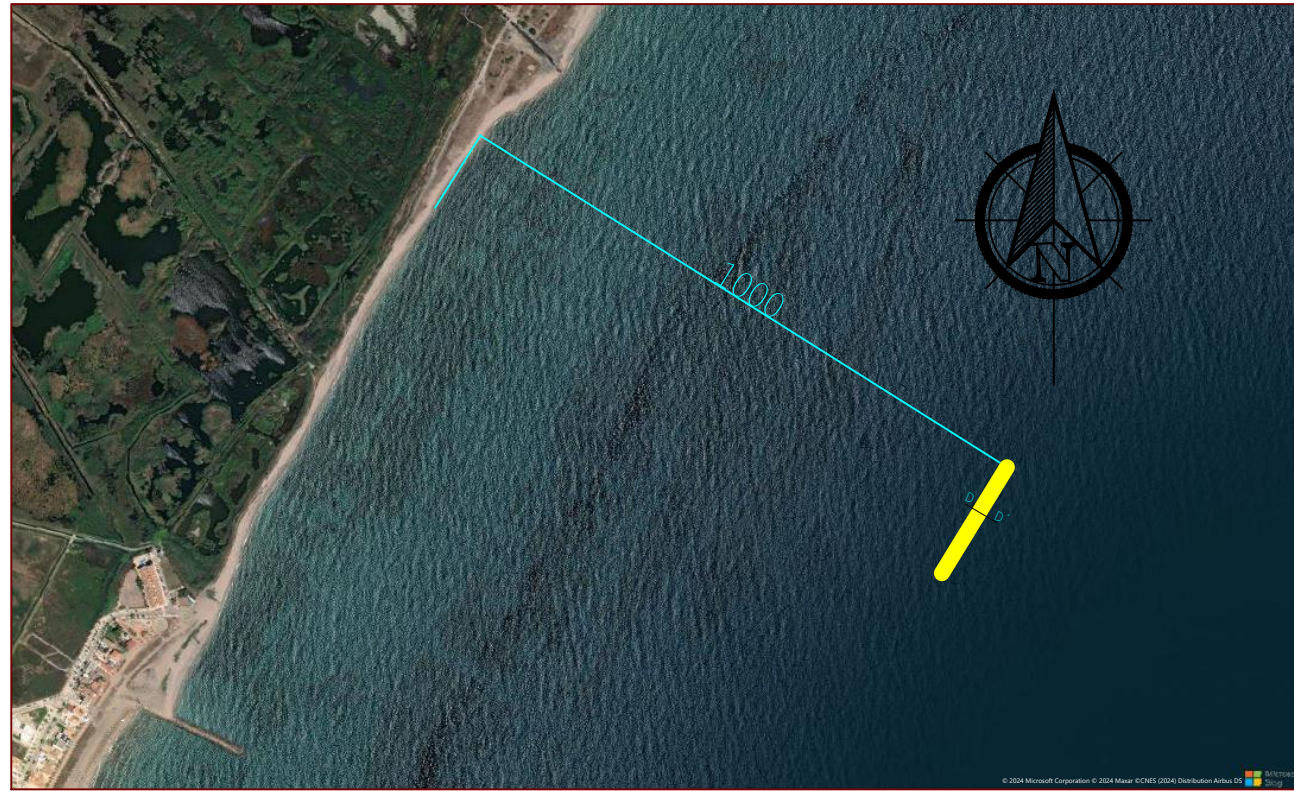
Estudio de Alternativas para la  
 estabilización del frente litoral  
 de la Marjal del Moro, Sagunto  
 (Valencia)

Título del Plano: Alternativa 3

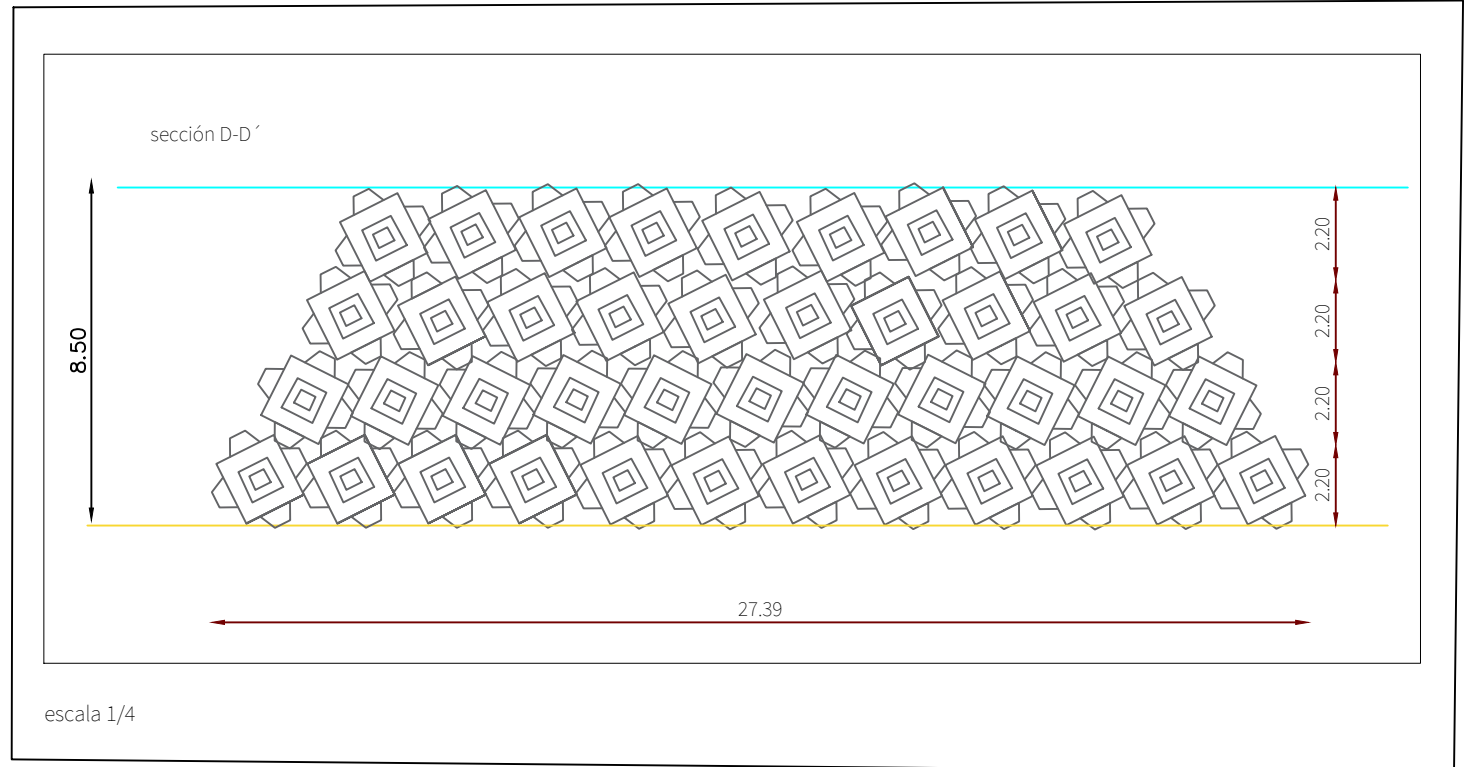
Escala: Varias  
 Unidades: metros

Julio 2024  
 Plano 5/7

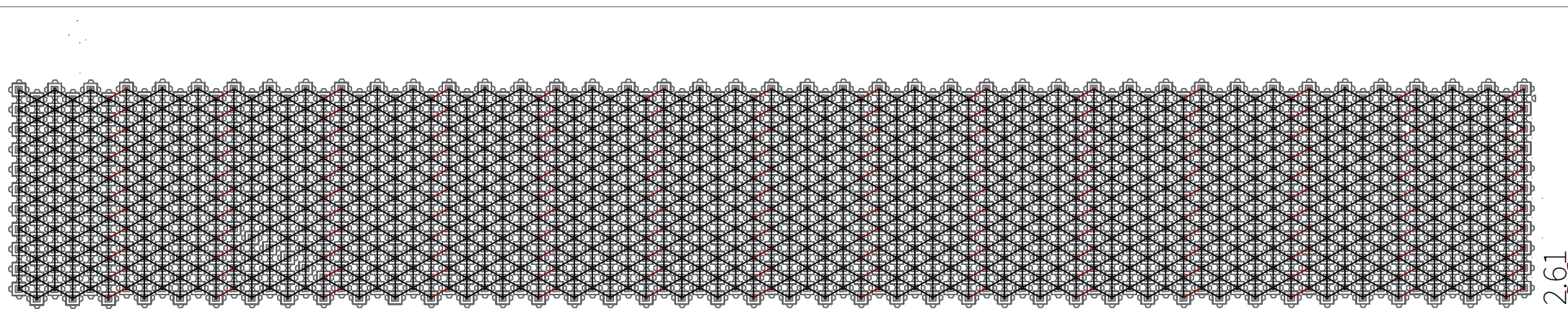




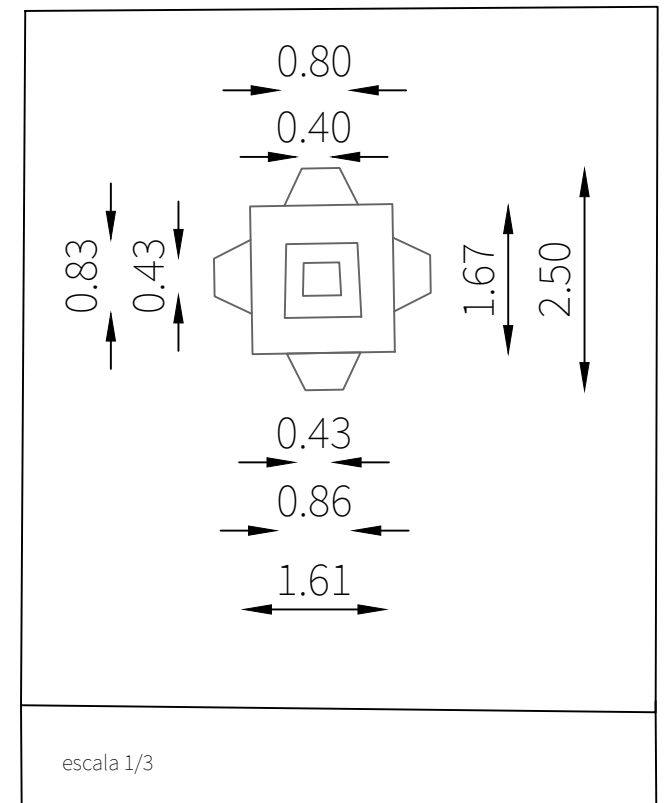
escala 1/269



escala 1/4



escala 1/19



escala 1/3

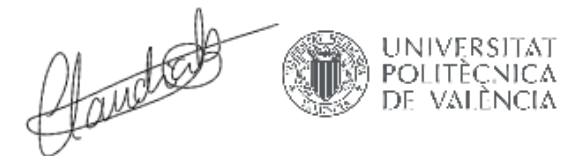
Autor: Claudia Barjola Martínez  
 Tutor: Jorge Molines Llodrá  
 Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

Estudio de Alternativas para la estabilización del frente litoral de la Marjal del Moro, Sagunto (Valencia)

Título del Plano: Alternativa 4

Escala: Varias  
 Unidades: metros

Julio 2024  
 Plano 6/7





Autor: Claudia Barjola Martínez  
 Tutor: Jorge Molines Llodrà  
 Cotutor: Joaquín de María Garrido Checa

Estudio de Alternativas para la  
 estabilización del frente litoral  
 de la Marjal del Moro, Sagunto  
 (Valencia)

Título del Plano: Alimentación  
 artificial

Escala: 1/431

Unidades: metros

Julio 2024

Plano 7/7

*Claudia*  UNIVERSITAT  
 POLITÈCNICA  
 DE VALÈNCIA

## ANEJO 8: ODS

## **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN.....	2
ODS 3 SALUD Y BIENESTAR.....	3
ODS 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO .....	3
ODS 9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA .....	3
ODS 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES .....	3
ODS 14 VIDA SUBMARINA.....	3
ODS 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES .....	4
ODS 17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS ODS .....	4

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 ODS determinados. Fuente: Google Imágenes. ....	2
--	---

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Valoración de los ODS según el estudio. Fuente: Elaboración propia.....	2
---	---

## INTRODUCCIÓN

Los objetivos de Desarrollo Sostenible/ Agenda 2030 son un total de 17 objetivos que se implantaron en 2025 y que buscan labrar un futuro más sostenible y mejor a nivel global.



Figura 1 ODS determinados. Fuente: Google Imágenes.

La finalidad de este anejo es valorar la implicación del Estudio de soluciones para la estabilización del frente litoral de la Marjal del Moro con los ODS señalados.

	Elevado	Normal	Bajo	Cero
<b>ODS 1 Fin de la pobreza</b>				X
<b>ODS 2 Hambre cero</b>				X
<b>ODS 3 Salud y bienestar</b>		X		
<b>ODS 4 Educación de calidad</b>				X
<b>ODS 5 Igualdad de género</b>				X
<b>ODS 6 Agua limpia y saneamiento</b>		X		
<b>ODS 7 Energía asequible y no contaminante</b>				X
<b>ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico</b>				X
<b>ODS 9 Industria, innovación e infraestructura</b>	X			
<b>ODS 10 Reducción de las desigualdades</b>				X
<b>ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles</b>		X		
<b>ODS 12 Producción y consumo responsable</b>				X
<b>ODS 13 Acción por el clima</b>				X
<b>ODS 14 Vida submarina</b>	X			
<b>ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres</b>	X			
<b>ODS 16 Paz, justicia e instituciones sólidas</b>				X
<b>ODS 17 Alianzas para lograr los ODS</b>		X		

Tabla 1 Valoración de los ODS según el estudio. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede a justificar el motivo de las valoraciones, destacando que, de 17 objetivos, 7 influyen en la agenda 2030 de una forma superior o igual a un nivel medio.

### **ODS 3 SALUD Y BIENESTAR**

El estudio busca estabilizar un frente litoral y evitar el aumento de probabilidad de que la Marjal del Moro sufra de una intrusión salina y afecte a su ecosistema. El humedal es un paraje frecuentemente transitado por los vecinos y turistas y, por tanto, su contaminación afectaría a la calidad de vida de dichas personas y como consecuencia a su bienestar, aunque en un nivel bajo.

### **ODS 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO**

Durante la elaboración del presente estudio se ha tenido en cuenta las posibles afecciones en términos de calidad de agua que se podrían generar. Es por ello que se proporciona una alternativa que no genera residuos ni afecta de forma directa a la contaminación del mar. A parte se sugiere y se incluye en el presupuesto el uso de una barrera antiturbidez.

### **ODS 9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA**

En el área de estudio, hay medidas correctoras ante la recesión como pueden ser los espigones de la playa del Puig, pero el uso de diques exentos es algo que no hay implantado, siendo la alternativa escogida innovadora en el cambio de estabilización litoral de la costa norte de la Comunidad Valenciana.

A parte, el dique homogéneo mediante el uso de Cubípodos no es una construcción común conocida ya que lo usado hasta ahora han sido diques con escollera y diferentes mantos, por tanto, la tipología y las piezas que lo conforman también es innovación en el ámbito tanto industrial como de infraestructuras.

### **ODS 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES**

Es destacable que el dique escogido se forma mediante Cubípodos, los cuales son piezas especiales de hormigón sostenible, ya que necesitan de menos encofrados y requieren de menor volumen de hormigón en comparación con otras piezas con la misma función.

### **ODS 14 VIDA SUBMARINA**

La alternativa escogida es un dique arrecife de baja cota de coronación, el cual permite la renovación de guas por ser poroso. También es apto para los diferentes seres vivos que habitan en las aguas, ya que es posible que puedan habitar en los huecos que hay en su interior e incluso puede ser usado si fuera necesario para regenerar sistemas de arrecifes.

## **ODS 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES**

El objetivo de este estudio es la regeneración de playa y estabilización del frente litoral para poder evitar intrusión de agua salada en la *Marjal del Moro*, por tanto, tiene una importancia elevada en la vida de los ecosistemas terrestres por procurar el buen mantenimiento de las aguas del humedal y así proteger a todos los seres vivos que habitan en él o que se ven beneficiados (Como las aves en los procesos migratorios).

## **ODS 17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS ODS**

En el ámbito de la Ingeniería y la Construcción es fundamental el trabajo y cooperación entre empresas y equipos para llevar a cabo los diferentes proyectos y poder obtener los mejores resultados, consiguiendo así mejorar para influir en los ODS desde el ámbito laboral de la Ingeniería Civil.



## ANEJO 9: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen 1 Flora de la Marjal del Moro.....	2
Imagen 2 Barrera litoral entre la playa y el humedal .....	2
Imagen 3 Flora de la Marjal del Moro.....	3
Imagen 4 Imagen general de la Marjal del Moro .....	3
Imagen 5 Imagen general de la Marjal del Moro .....	4
Imagen 6 Vista de la playa desde la Marjal del Moro.....	4
Imagen 7 Punto de aporte de sedimentos fluvial.....	5
Imagen 8 Desembocadura del punto de aporte de sedimentos fluviales a la playa 5	
Imagen 9 Estado de la playa tras alimentación artificial .....	6



*Imagen 1 Flora de la Marjal del Moro*



*Imagen 2 Barrera litoral entre la playa y el humedal*



*Imagen 3 Flora de la Marjal del Moro*



*Imagen 4 Imagen general de la Marjal del Moro*



*Imagen 5 Imagen general de la Marjal del Moro*



*Imagen 6 Vista de la playa desde la Marjal del Moro*



*Imagen 7 Punto de aporte de sedimentos fluvial*



*Imagen 8 Desembocadura del punto de aporte de sedimentos fluviales a la playa*



*Imagen 9 Estado de la playa tras alimentación artificial*