



DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº4. CLIMA MARÍTIMO

*Diseño y valoración económica de arrecife artificial en la playa Norte de
Peñíscola (Castellón)*

Grado de Ingeniería Civil, curso 2018/2019

Bárbara Herrero Rodríguez



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FUENTES DE INFORMACIÓN DISPONIBLES	1
3.	OLEAJE.....	1
3.1	DATOS OBTENIDOS	2
3.2	ALTURAS DE OLA SIGNIFICATIVAS Y PERIODO PICO	2
3.3	RÉGIMEN DEL OLEAJE	3
4.	NIVEL DEL MAR	4
5.	CORRIENTES	5
6.	VIENTO	6
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	7

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se pretende tratar en profundidad los aspectos más característicos del régimen medio y extremal del oleaje en aguas profundas y ver así como afecta a la costa de la playa Norte de Peñíscola. Además también dará conocimiento de cómo son las condiciones marítimas en alta mar a la hora de realizar la instalación de la obra.

Para obtener la máxima información posible sobre el estado del mar, se realizarán dos tipos de estudios, uno a corto plazo que hará referencia a cuando ocurren los temporales (régimen extremal) y otro estudio a largo plazo que aportará la caracterización del impacto del oleaje en el tramo costero (régimen medio).

2. FUENTES DE INFORMACIÓN DISPONIBLES

A pesar de la dificultad de obtener información abundante sobre el clima marítimo de España, la página Puertos del Estado ofrece bastante información pública y completa accesible para todo usuario. Esta página cuenta con sistemas de medida y previsión del medio marino con información relevante que proviene de los mareógrafos instalados por toda la costa española, así como de boyas y radares de alta frecuencia; y también cuenta con sistemas de predicción de oleaje, nivel del mar, vientos, mareas, etc.

Para llevar a cabo este anejo, se ha tenido en cuenta la información ofrecida por los puntos SIMAR más cercanos a la playa Norte de Peñíscola, que son el punto SIMAR 2089124, que ofrece datos desde el año 1958 hasta 2019. A continuación se muestra la localización del punto SIMAR empleado para la obtención de datos:



Figura 1. Localización del punto SIMAR 2089124

3. OLEAJE

Para hacer posible el análisis del oleaje, el Organismo Público del Estado (OPPE) junto con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) produce y distribuye dos veces al día (a las 5 horas y 17 horas) una predicción de oleaje para el Atlántico Norte y la cuenca occidental del Mar Mediterráneo. Aproximadamente una hora después de haberse realizado, los resultados están disponibles en la página web de Puertos del Estado en forma de mapas, gráficos y tablas. Además esta página también dispone de datos históricos que ayudan a hacer un estudio en profundidad del estado del oleaje de la zona.

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo.

Para el análisis de los datos de este estudio emplearemos la información obtenida del punto SIMAR 2089124, con las siguientes características:

Longitud:	0.42° E	Nodo SIMAR 2089124	
Latitud:	40.33° N	CONJUNTO DE DATOS: SIMAR	
Cadencia:	1 h		
Código:	2089124		
Inicio de medidas:	04-01-1958	CODIGO B.D.	2089124
Fin de medidas:	02-05-2019	LONGITUD	0.417 E
Conjunto de Datos:	Punto SIMAR	LATITUD	40.333 N
		PROFUNDIDAD	INDEFINIDA

Figura 2. Información del punto SIMAR 2089124

Se trata de una boya que recopila información desde el 4 de enero de 1958, pero para el análisis que se realizará en este estudio únicamente se empleará los datos del período 2012-2019.

3.1 DATOS OBTENIDOS

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2089124 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 2012-2019 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 91.39 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 6.93 %

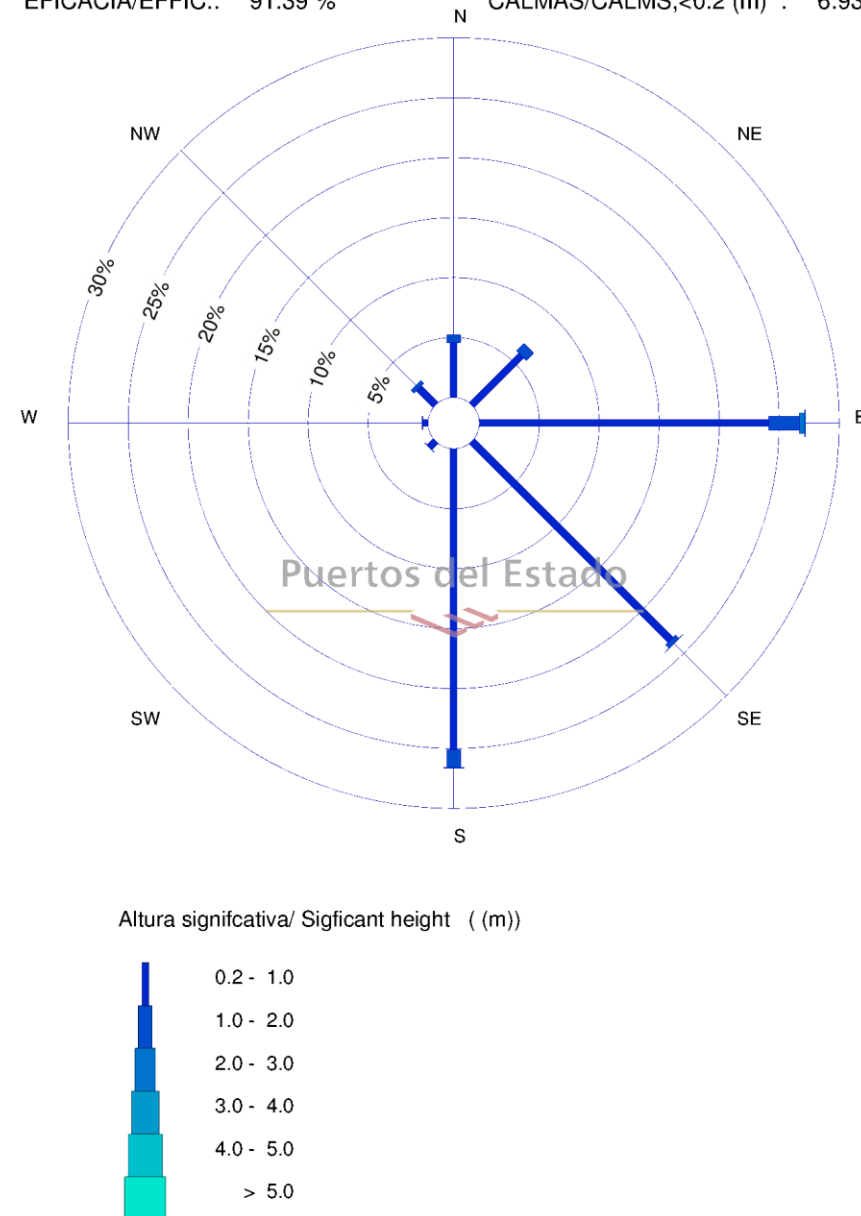


Figura 3. Rosa de oleaje/altura significativa del SIMAR 2089124

Observando la rosa del oleaje, se puede concluir que el oleaje más incidente en la playa Norte de Peñíscola posee dos direcciones significativas que son E y S, siendo incidente también la dirección SE.

3.2 ALTURAS DE OLA SIGNIFICATIVAS Y PERIODO PICO

Otro de los parámetros importantes a tratar sobre el oleaje es la altura máxima de ola significativa (H_s) que se puede alcanzar mensualmente, el cual se puede analizar desde los datos que ofrece la página web de Puertos del Estado.

Se observa la siguiente tabla que indica la altura de ola significativa con la dirección de procedencia de las olas siendo analizada desde Enero de 1958 hasta Mayo de 2017, en el periodo de Diciembre a Febrero:

Tabla Altura Significativa (H_s) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	H_s (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	26.334												26.334
N 0.0		2.132	.643	.082	-	-	-	-	-	-	-	-	2.857
NNE 22.5		.927	.438	.066	-	-	-	-	-	-	-	-	1.430
NE 45.0		.962	.583	.096	.002	-	-	-	-	-	-	-	1.643
ENE 67.5		2.298	1.582	.545	.180	.058	.026	.016	-	-	-	-	4.705
E 90.0		9.647	6.764	1.315	.183	.026	.002	.002	-	-	-	-	17.939
ESE 112.5		4.251	3.442	1.687	.760	.269	.028	-	-	-	-	-	10.438
SE 135.0		3.526	1.116	.180	.014	-	-	-	-	-	-	-	4.836
SSE 157.5		8.868	5.222	.571	.033	-	-	-	-	-	-	-	14.694
S 180.0		5.157	1.626	.269	.066	.009	.002	-	-	-	-	-	7.129
SSW 202.5		.812	.433	.126	.012	-	-	-	-	-	-	-	1.383
SW 225.0		.297	.063	.009	-	-	-	-	-	-	-	-	.370
WSW 247.5		.187	.028	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.222
W 270.0		.241	.040	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.288
WNW 292.5		.285	.047	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.339
NW 315.0		.798	.215	.037	.005	-	-	-	-	-	-	-	1.055
NNW 337.5		3.135	.948	.220	.030	.005	-	-	-	-	-	-	4.338
Total	26.334	43.522	23.190	5.225	1.285	.367	.058	.019	-	-	-	-	100 %

Figura 4. Tabla representativa de Altura Significativa (H_s) - Dirección de Procedencia en% (1958-2017)

De la tabla se puede concluir que se tiene oleaje con máxima altura de ola significativa procedente de las direcciones E y S, como se había comentado anteriormente, con alturas de ola de 3.5m, aunque la mayoría no superen los 2m.

Se analiza también el periodo pico (T_p) de las olas, que indica el tiempo que transcurre entre los oleajes con mayor contenido energético y se estudia en la siguiente tabla frente a la altura de ola significativa (H_s) en %:

Tabla Periodo de Pico (T_p) - Altura Significativa (H_s) en %

H_s (m)	T_p (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	1.512	11.761	15.927	12.377	9.822	7.871	5.773	3.034	1.341	0.375	69.794
1.0	-	0.005	0.961	1.498	3.311	4.460	3.660	3.758	2.837	1.848	0.900	23.238
1.5	-	-	-	0.342	0.129	0.563	1.062	1.074	0.807	0.769	0.490	5.236
2.0	-	-	-	0.005	0.030	0.007	0.131	0.345	0.277	0.270	0.223	1.287
2.5	-	-	-	-	0.005	-	0.007	0.045	0.141	0.089	0.082	0.368
3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	0.016	0.038	0.059
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	0.009	0.019
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	1.517	12.722	17.773	15.852	14.851	12.732	10.996	7.097	4.342	2.117	100 %

Figura 5. Tabla periodo pico (T_p) – Altura de ola significativa (H_s) en %

De esta tabla se deduce que los periodos más frecuentes son de 4 a 5 segundos, y las olas más repetidas son de altura inferior a 0.5m con periodo pico de 3 a 8 segundos prácticamente.

Las conclusiones que se obtienen tras el análisis realizado son que los oleajes más frecuentes en la playa Norte de Peñíscola son dirección E-NE, sobretodo en la estación de invierno, haciéndose más significativa la dirección S en primavera-verano.

Respecto al tamaño de las olas se observa que abundan las de altura de ola (H_s) de 0.5m durante el 43.52% del año, seguidas de las olas de H_s de 1m durante el 23.19% del año, olas de H_s de 1.5m representan un 5.23% del año y el resto forma un 1.73% anual.

3.3 RÉGIMEN DEL OLAJE

Se define régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente se puede encontrar y, por el contrario, un régimen extremal de oleaje, es precisamente, un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de riesgo.

A continuación se muestran las gráficas que representan el régimen medio de H_s anual de los años 1958-2017 obtenido del punto SIMAR 2089124 y el gráfico del régimen extremal se ha tenido que obtener de la boya de Tarragona por su cercanía a la playa Norte de Peñíscola y por ser el único punto que ofrece esta información, por lo tanto esta última será relativamente fiable.

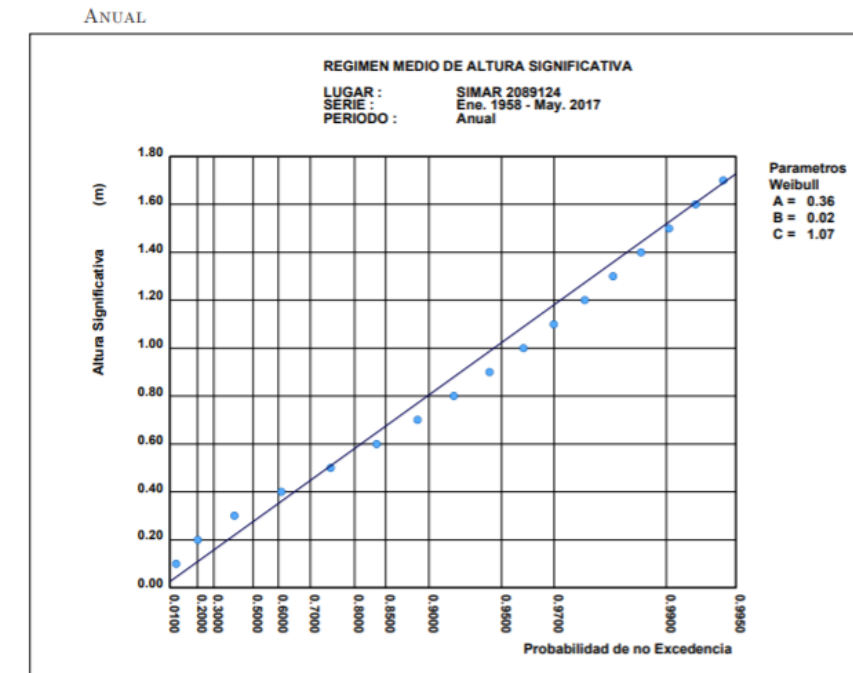


Figura 6. Régimen medio del oleaje (año 1958-2017)

La siguiente tabla representa el régimen extremal anual referenciado por la boya de Tarragona durante el periodo de tiempo de Agosto de 2004 a Noviembre de 2017:

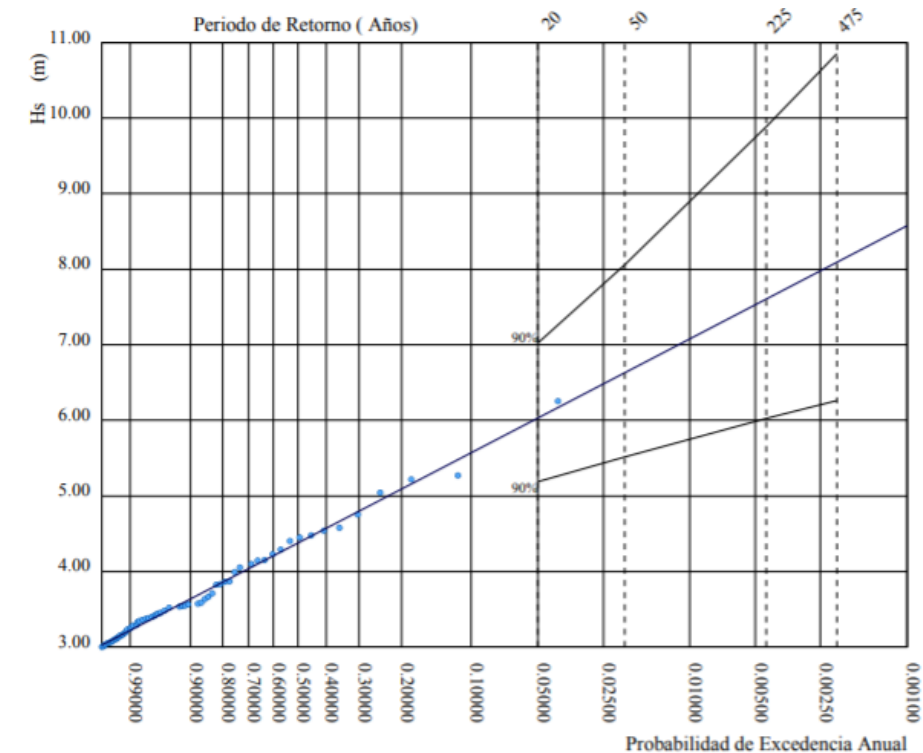


Figura 7. Régimen extremal del oleaje (año 2004-2017)

4. NIVEL DEL MAR

Para realizar este estudio se ha tenido que recurrir a la información ofrecida por la boya de Tarragona puesto que es la más cercana a la playa Norte de Peñíscola y sus datos son útiles para conocer el nivel del mar en la zona de las actuaciones.

Lo primero será referenciar donde está situado el mareógrafo en Tarragona y a cuanto está del cero hidrográfico y del 0 REDMAR, el siguiente esquema lo representa:

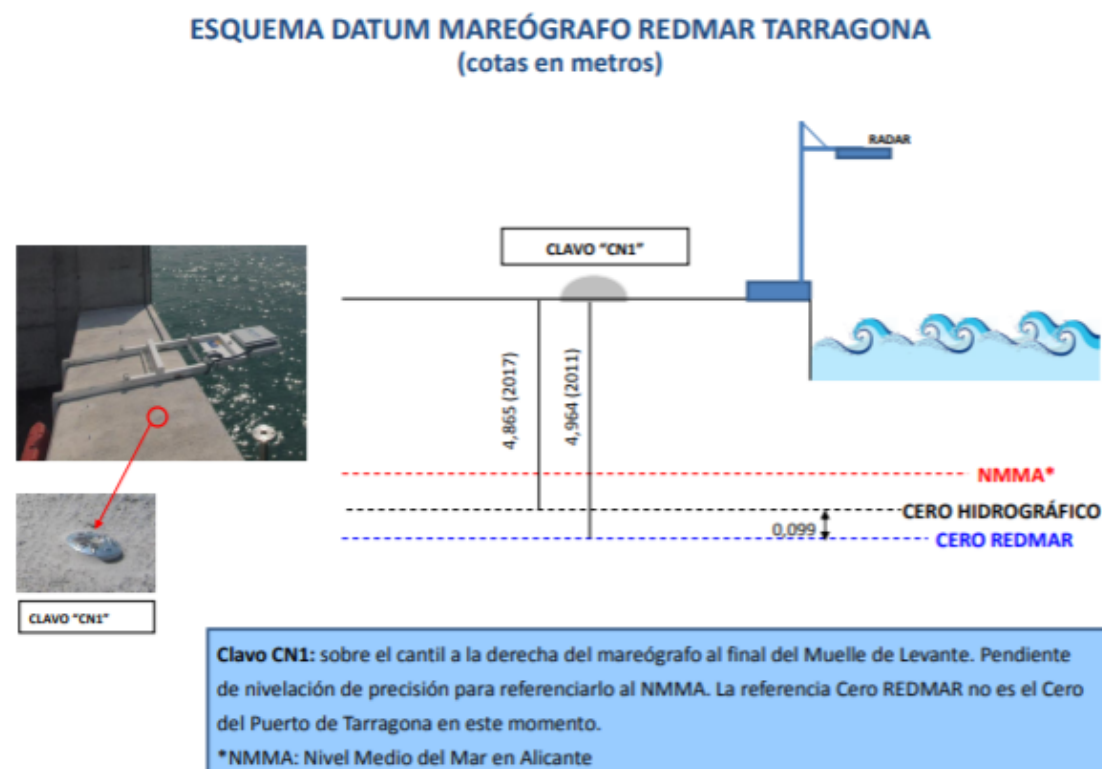


Figura 8. Esquema mareógrafo de Tarragona

Como se puede observar el cero REDMAR no es el Cero del puerto de Tarragona en este momento, estando el Cero hidrográfico a 4.865m del clavo y el cero REDMAR a 4.964m.

Las principales referencias del nivel del mar en la boya de Tarragona quedan representadas en la siguiente imagen:

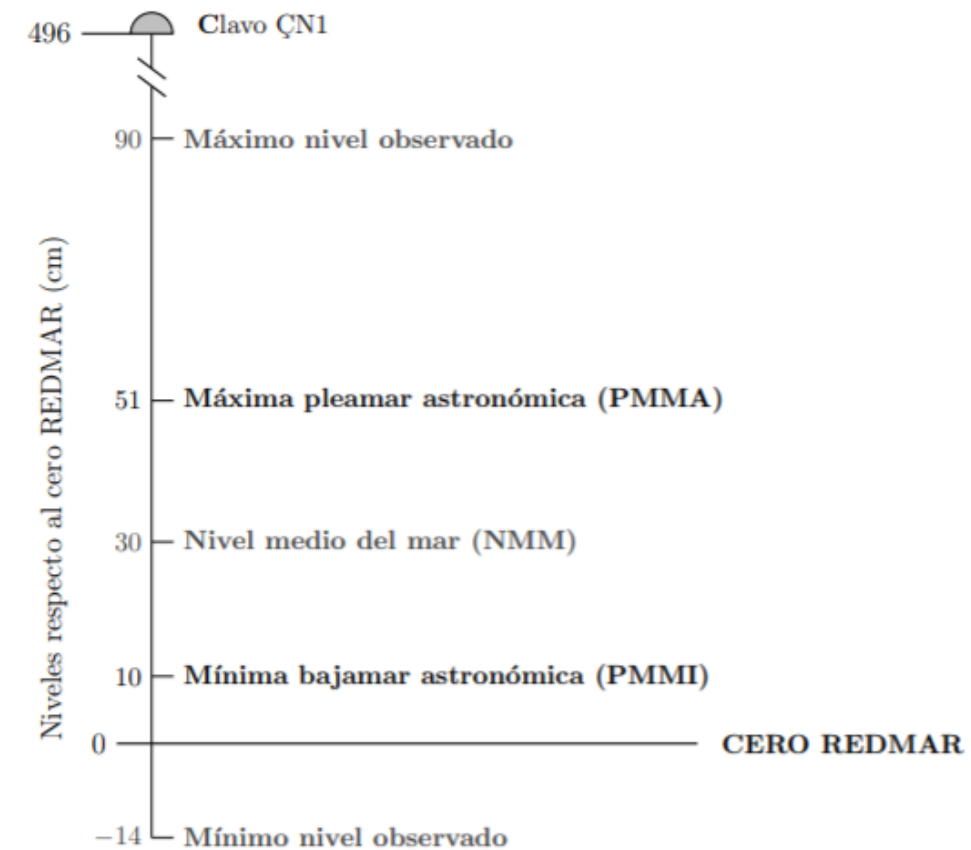


Figura 9. Principales referencias de nivel del mar calculadas sobre todo periodo de datos disponible.

El régimen medio de máximos y mínimos en el periodo de 2011 a 2017 queda registrado en el siguiente histograma, en el que la frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad del nivel del mar es el metro:

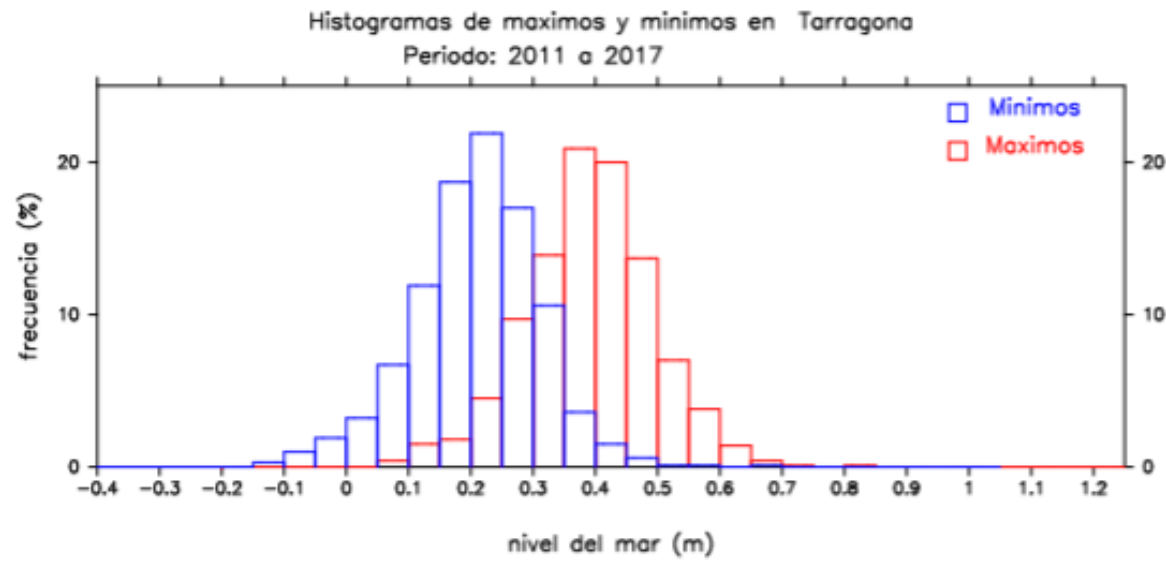


Figura 10. Distribución de frecuencia relativa de mínimos y máximos observados (año: 2011-2017)

Las medias mensuales del nivel del mar en la boya de Tarragona son medidas en centímetros y quedan reflejadas en la siguiente gráfica:

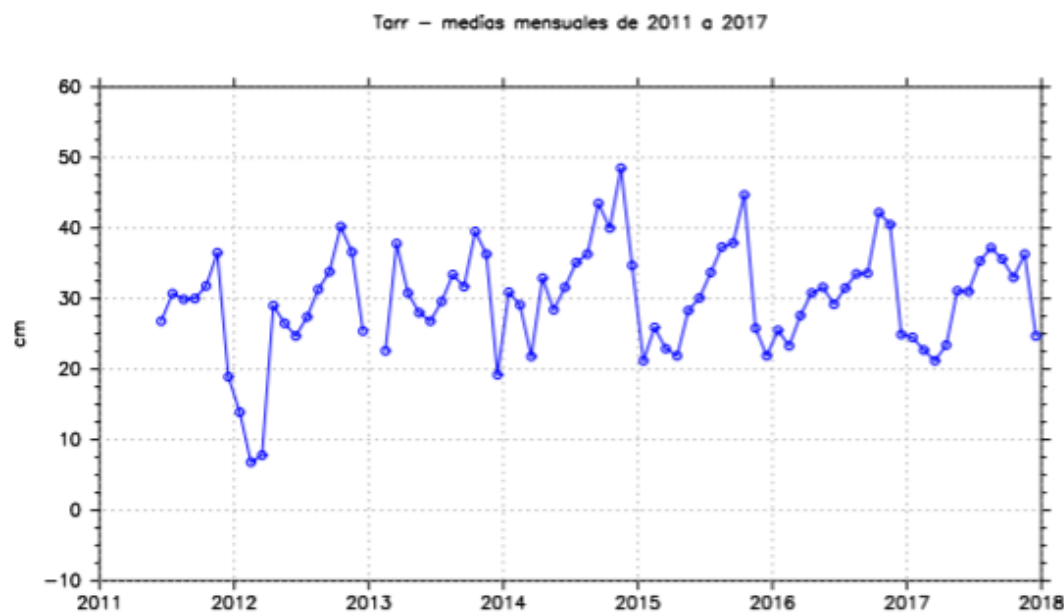


Figura 11. Serie del nivel medio mensual (año: 2011-2017)

Dado a las limitaciones de este anejo y a la información que proporciona la página web de Puertos del Estado, no se puede definir los niveles medios mensuales del mar desde 2017 hasta ahora, así que se asumirán los anteriores obtenidos como aptos para realizar las obras.

5. CORRIENTES

Las corrientes marinas son movimientos del agua en el mar, normalmente no periódicas. En el mar Mediterráneo destacan por ser intensas y de forma circular, causa directa por su única unión al océano.

En la boya de Tarragona, situada en aguas profundas, se han registrado las siguientes corrientes en los últimos años:

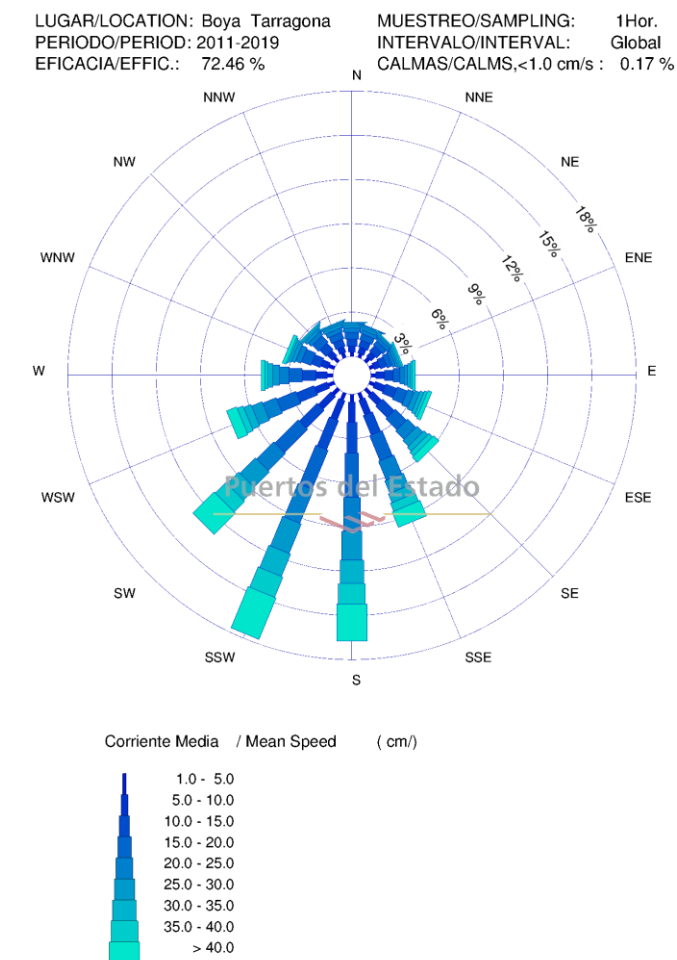


Figura 12. Rosa de las corrientes (año: 2011-2019)

Como se puede observar en la imagen anterior, las corrientes más intensas reflejan que tienen una dirección S-SSW claramente definida, siendo las menos intensas, y por tanto menos significativas, las de dirección N.

6. VIENTO

El viento es una componente importante en cuanto a su incidencia en la las corrientes marinas y también por la modificación de la orografía de la costa, siendo causantes también de los procesos geomorfológicos ocasionados en la costa porque generan oleaje y por tanto alteran la dinámica litoral.

En este caso, las medidas proceden de boyas en aguas abiertas (REDXT) así como de mareógrafos y estaciones meteorológicas ubicadas en los puertos (REMPOR). Los datos obtenidos mediante modelos numéricos proceden tanto de reanálisis como del sistema de predicción operacional de oleaje (SIMAR).

Para este apartado del anejo se ha empleado el mismo punto (SIMAR 2089124) más cercano a la playa Norte de Peñíscola empleado anteriormente.

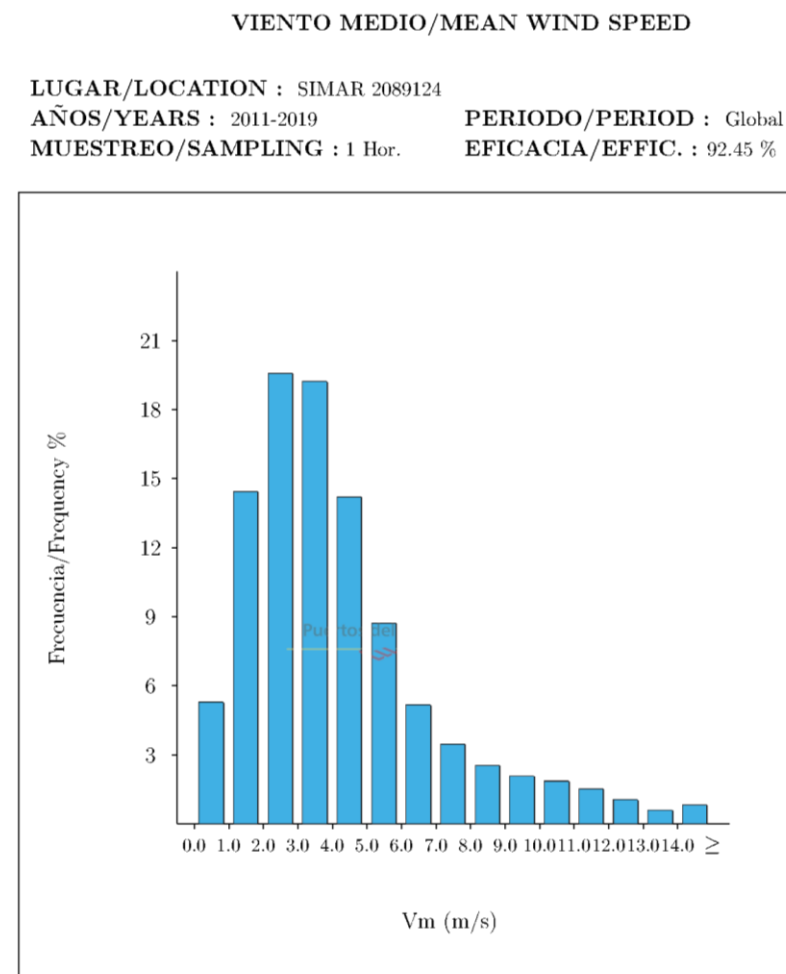


Figura 13. Viento medio (año: 2011-2019)

Como se puede observar, predominan los vientos de velocidades entre 2.5 y 4 m/s durante el periodo de 2011 a 2019 y a continuación, con ayuda de la rosa de los vientos obtenida del mismo punto SIMAR, se definirá la dirección de los mismos:

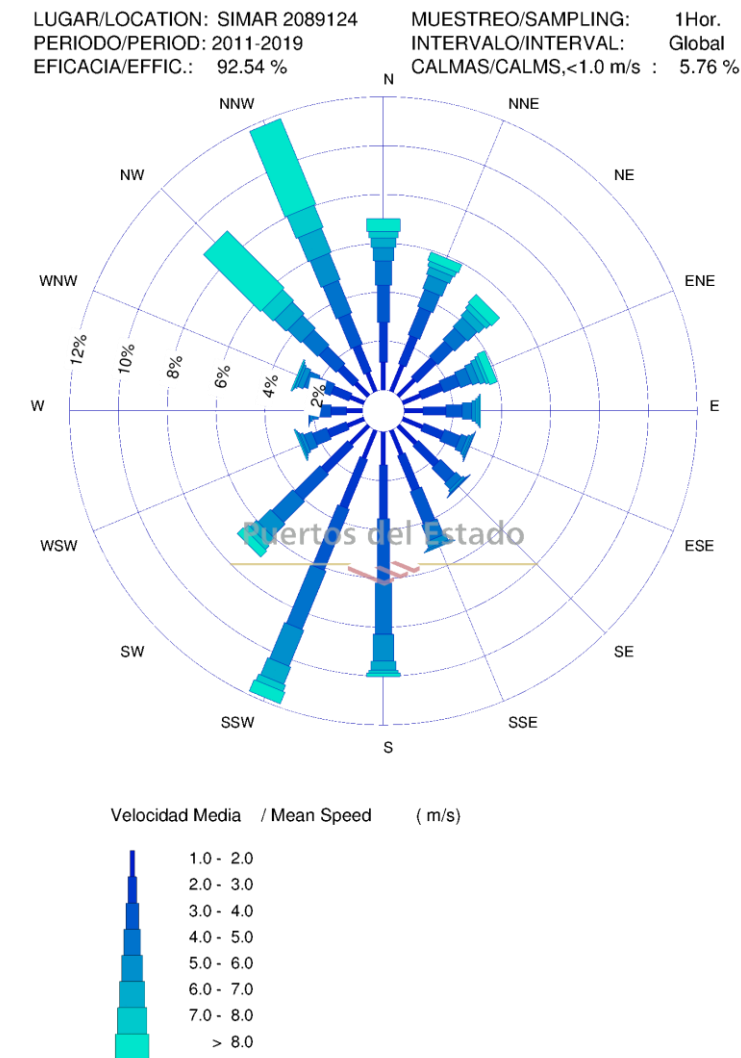


Figura 14. Rosa de velocidad media del viento (año 2011-2019)

De la rosa de los vientos se concluye que los vientos con mayor velocidad media provienen de las direcciones NNW y NW superando los 8m/s, pero que los vientos con dirección SSW, aunque con velocidades medias menores, también son muy significativos. Decir también que las mínimas velocidades medias se dan en la dirección Oeste.

7. BIBLIOGRAFÍA

❖ VISOR WEB DE PUERTOS DEL ESTADO