

ANEJO Nº 3: BASES DE PARTIDA

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO N° 3: BASES DE PARTIDA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARÁCTER GENERAL	1
3.	CRITERIOS DE PROYECTO EN FUNCIÓN DEL CARÁCTER GENERAL	1
3.1.	VIDA ÚTIL DE LA OBRA	1
3.2.	MÁXIMA PROBABILIDAD CONJUNTA DE FALLO EN LA VIDA ÚTIL	2
3.3.	MÉTODOS DE VERIFICACIÓN	3
4.	TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA	3
5.	COTA DE CORONACIÓN DEL MUELLE	3
6.	CALADO	3
7.	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA	3
8.	CONDICIONES AMBIENTALES	4
8.1.	OLEAJES	4
8.2.	VIENTO	4
8.2.1.	<i>DATOS DE PARTIDA</i>	4
8.2.2.	<i>Cálculo de la velocidad de viento para un periodo de retorno de 50 años.</i> ...	8
8.2.3.	<i>VIENTO DE CÁLCULO SEGÚN CONDICIONES DE TRABAJO</i>	9
8.2.3.1	CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS: CT1	9
8.2.3.2	CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS: CT2.....	9
8.2.3.3	CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES: CT3.....	9
8.3.	NIVEL DEL MAR.....	9
8.4.	EFFECTO SÍSMICO	11
9.	CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE CÁLCULO	12
10.	SOLICITACIONES DEBIDAS AL BUQUE	13
10.1.	CARGAS DE ATRAQUE.....	13
10.2.	CARGAS DE AMARRE	16

11.	VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES.....	18
11.1.	CARGAS PERMANENTES	18
11.2.	CARGAS DEL TERRENO.....	19
11.3.	CARGAS VARIABLES DE USO Y EXPLOTACIÓN.....	20
11.3.1.	<i>Sobrecargas de operación y almacenamiento</i>	<i>20</i>
11.3.2.	<i>Sobrecargas de equipos de equipos e instalaciones de manipulación de mercancías</i>	<i>20</i>
11.3.2.1	Equipos de rodadura no restringida	20
12.	COEFICIENTES DE COMBINACIÓN.....	21
13.	COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARCIALES DE LAS ACCIONES	23

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO Nº 3: BASES DE PARTIDA

1. INTRODUCCIÓN

En este Anejo se recoge la información utilizada, así como los diversos condicionantes considerados para el desarrollo de las Bases de Partida del Proyecto de Prolongación del muelle 13 del Puerto de Alicante.

Partiendo de la vida útil de la obra, se analizan los condicionantes locales y físicos del Puerto:

- Topografía y batimetría
- Geotecnia
- Condiciones ambientales (viento, oleaje, mareas y sismo)
- Sobrecargas
- Acciones debidas al buque

2. CARÁCTER GENERAL

Todos los tramos de obra cuya destrucción o pérdida total de servicio tengan similares repercusiones económicas, sociales y ambientales, tendrán el mismo carácter general.

El carácter general se establecerá en función de los siguientes índices:

- Índice de repercusión económica, IRE.
- Índice de repercusión social y ambiental, ISA.

Los valores de IRE e ISA obtenidos a partir de lo establecido por la ROM 0.2-90 y ROM 0.0 quedan superados por los definidos en la nueva ROM 2.0.

3. CRITERIOS DE PROYECTO EN FUNCIÓN DEL CARÁCTER GENERAL

En función del carácter general de la obra se fijan:

- La vida útil mínima de la obra.
- Los métodos de verificación de la seguridad y del servicio frente a los modos de fallo adscritos a estados límite último y de servicio y los métodos de verificación de la explotación frente a los modos de parada operativa.
- La máxima probabilidad conjunta de fallo y el nivel de operatividad.
- Los planes de conservación, inspección, auscultación e instrumentación del tramo de la obra.

3.1. VIDA ÚTIL DE LA OBRA

La Autoridad Portuaria ha indicado que los posibles tráficos que tendrá el tramo de obra proyectado serán Mercancía General o tráfico Ro-Ro, según la Figura Tabla 3.4.1 del capítulo correspondiente a Criterios de Proyecto de Obras de atraque y amarre de la ROM 2.0, se establece una vida útil mínima de 25 años.

USO	TIPO DE MERCANCÍA	ÍNDICE IRE ⁴⁾		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V _m) ⁴⁾ (años)
		r ₃ (r ₂) ¹⁾	Alto (Medio) ¹⁾	
COMERCIAL	Graneles líquidos	r ₃ (r ₂) ¹⁾	Alto (Medio) ¹⁾	50 (25) ¹⁾
	Graneles sólidos	r ₃ (r ₂) ¹⁾	Alto (Medio) ¹⁾	50 (25) ¹⁾
	Mercancía general	r ₂	Medio	25
	Pasajeros	Ferris	r ₃ (r ₂) ²⁾	Alto (Medio) ²⁾
Cruceros		r ₂	Medio	25
PESQUERO		r ₁	Bajo	15
NAUTICO-DEPORTIVO		r ₁	Bajo	15
INDUSTRIAL		r ₂ (r ₃) ³⁾	Medio (Alto) ³⁾	25 (50) ³⁾

MILITAR	r_3	Alto	50
1) El índice IRE podrá reducirse a r_2 cuando el granel sólido ó líquido no esté relacionado con el suministro energético o con materias primas minerales estratégicas y no se pueda disponer de sistemas alternativos para su manipulación y almacenamiento. 2) El índice IRE podrá reducirse a r_2 cuando se pueda disponer de instalaciones alternativas. 3) El índice IRE se elevará a r_3 cuando la industria a la que sirve la obra de atraque esté asociada con la producción energética o con la transformación de materias primas minerales estratégicas. 4) Los índices r_1 y r_2 de la tabla se elevarán un grado por cada 25 M€ de coste de inversión inicial de la obra de atraque.			

Se adoptará así un valor para la vida útil de 25 años para el diseño de Ampliación del Muelle 13 del Puerto de Alicante.

3.2. MÁXIMA PROBABILIDAD CONJUNTA DE FALLO EN LA VIDA ÚTIL

Según la ROM 2.0 en la tabla 3.4.2 se establecen unos índices ISA y máximas probabilidades conjuntas de fallo durante la vida útil correspondientes a ELU y ELS recomendados. Por no tratarse de mercancías peligrosas, se recomienda como mínimo un índice ISA bajo.

USO	TIPO DE MERCANCÍAS	ÍNDICE ISA	$P_{f,ELU}$	$P_{f,ELS}$		
COMERCIAL	Graneles líquidos	Mercancías peligrosas ¹⁾ Mercancías no peligrosas	s_3 s_2	Alto Bajo	0.01 0.10	0.07 0.10
	Graneles sólidos	Mercancías peligrosas ¹⁾ Mercancías no peligrosas	s_3 s_2	Alto Bajo	0.01 0.10	0.07 0.10
		Mercancía general	s_2	Bajo	0.10	0.10
	Pasajeros	s_2	Bajo	0.10	0.10	
	PESQUERO		s_2	Bajo	0.10	0.10
NAUTICO-DEPORTIVO		s_2	Bajo	0.10	0.10	
INDUSTRIAL		Mercancías peligrosas ¹⁾ Mercancías no peligrosas	s_3 s_2	Alto Bajo	0.01 0.10	0.07 0.10
	MILITAR		s_3	Alto	0.01	0.07

1) Se considerarán mercancías peligrosas los grupos de sustancias prioritarias incluidas en el anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CBE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2000/479/CE), y en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 145/1989). 2) En el caso de que en la obra de atraque o en las proximidades de la misma esté previsto que se ubiquen edificaciones (p.e. estaciones marítimas, lonjas...) depósitos o silos que pudieran resultar afectados en el caso de fallo de la obra de atraque, se considerará un índice ISA muy alto (S_4) ($P_{f,ELU} = 0,0001$; ($P_{f,ELS} = 0,07$)). 3) En general, los estudios de optimización económica de las obras de atraque conducen a la conveniencia de proyectar obras mucho más seguras que los umbrales mínimos recomendados en esta tabla, salvo cuando la acción predominante sea el oleaje, el viento o el sismo. Por tanto, salvo en estos últimos casos, las probabilidades de fallo recomendadas para cada modo de fallo individual, al considerarlos como modos de fallo no principales, serán: - $P_{f,ELU}$: $< 10^{-3}$ para obras con ISA bajo $< 10^{-4}$ para obras con ISA alto
--

Se adoptará un valor de probabilidad conjunta de fallo de 0,10 para el diseño de la nueva infraestructura, correspondiente tanto para los modos de fallos adscritos a los estados límite de servicio como a los estados límites últimos.

Para la obtención del árbol de fallo de la obra, se le asignan a los modos de fallo habituales (NO SISMO) probabilidades de fallo muy pequeñas (deslizamiento, vuelco rígido, hundimientos y vuelco plástico) y al modo de fallo predominante (SISMO) se le asigna toda la probabilidad conjunta (0,10).

De esta forma, se obtiene un periodo de retorno para la acción sísmica que puede ser menor que la que marca la instrucción.

De acuerdo con el Capítulo 4 de la ROM 2.0 de Obras de Atraque y Amarre se considerará el valor característico del agente climático predominante asociado a los diferentes periodos de retorno, esto hará que nos planteemos las siguientes condiciones de trabajo:

- Condiciones de trabajo Operativas (**CT1**): valores asociados a los límites de operatividad establecidos.
- Condiciones de trabajo Extremas (**CT2**): valor asociado a periodos de retorno de **50 años** (cuantil del 98% para la función de distribución de extremos anual)
- Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de un agente climático de carácter extraordinario (**CT3,1**): valor asociado a un periodo de retorno de **500 años** (cuantil del 99.8% para la función de distribución de extremos anual).
- Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción sísmica (**CT3,32**): en este caso, el periodo de retorno de la obra es el siguiente (vida útil 25 años y probabilidad de fallo 0,10):

$$Pf = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^V \Rightarrow 0,1 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^{25} \Rightarrow T_R = 238 \text{ años}$$

Por lo que se utilizará el valor asociado a un periodo de retorno de **238 años**.

En cuanto a los agentes predominantes, no se considera la acción del oleaje por ser un muelle abrigado. Con respecto al viento se considera que por encima del viento de operatividad los barcos dejan de estar amarrados, y pueden defenderse mejor fuera del puerto. De esta forma se descarta el cálculo de CT2 y CT3.1, al no tener un agente climático que haga necesario valorarlos, definiendo alguna de estas condiciones de trabajo como más desfavorables. Se calculará por lo tanto con las condiciones de trabajos, CT1 y CT3,32, aunque en el anejo correspondiente se comprobará que el más restrictivo en todos los modos de fallo será el CT3.32:

3.3. MÉTODOS DE VERIFICACIÓN

Para verificar la obra frente a los modos de fallo adscritos a Estados Límite Último y de Servicio y la explotación de la misma frente a los modos de parada operativa, se pueden emplear los siguientes métodos:

- Métodos de Nivel I:
 1. Coeficientes de seguridad global (1)
 2. Coeficientes parciales (2)
- Métodos de Nivel II y III
 3. Momentos estadísticos y técnicas de optimización, Nivel II (3)
 4. Integración y simulación numérica, Nivel III (4)

En la tabla 4.6 de la ROM 0.0 se recomiendan los distintos métodos a seguir para verificar o comprobar los requisitos de seguridad, servicio y explotación de una alternativa de proyecto frente a un modo de fallo o de parada operativa, en función del carácter general del tramo de obra:

IRE	ISA			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄

R₁	(1)	(2)	(2) y (3) o (4)	(2) y (3) o (4)
R₂	(2)	(2)	(2) y (3) o (4)	(2) y (3) o (4)
R₃	(2) y (3) o (4)	(2) y (3) o (4)	(2) y (3) o (4)	(2) y (3) o (4)

Para IRE = R2 y ISA = S2: método de **coeficientes parciales (2)**.

4. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

En el Anejo de Topografía y Batimetría se incluye el plano correspondiente a la descripción topográfica y batimétrica de la zona en la que se localizan las obras definidas en el presente proyecto.

El nivel de referencias de las curvas de nivel y batimétricas es el Cero del Puerto de Alicante.

5. COTA DE CORONACIÓN DEL MUELLE

El nivel de coronación de la obra será el mismo que el del Muelle que prolonga, esto es +2.60 con respecto al cero del puerto de alicante.

6. CALADO

Se mantendrá el calado del muelle que se prolonga, el muelle 13, con calado -13 m.

En este punto hay que hablar de una peculiaridad de este muelle. La alineación del muelle se inicia con un duque de alba para un atraque de graneles líquidos, años después es cuando se colocan los cajones que formarán el actual muelle 13, respetando el cajón que formaba el duque de alba y trasdosándolo positivamente. El proyecto que aquí se plantea parte del cajón del duque de alba para cerrar dicha alineación en la esquina con el muelle 11. El duque de alba tiene una cota de cimentación según proyecto original situada en la -12.50, esto es 50 cm más alta de la que se pretende para nuestra obra.

7. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

Para definir las características de los terrenos se utiliza la información suministrada por la APA de obras anteriores, además se realiza una nueva campaña consistente en un sondeo, dos testigos y dos catas. Toda esta información se recopila y estudia en el anejo geotécnico.

A continuación las características de los terrenos utilizadas, para las cotas se ha tomado la sección pésima, la que muestra el sondeo 9:

Terreno	Cotas (m)	Espesor (m)	Densidad (γ) t/m ³	Densidad saturada (γ_{sat}) t/m ³	Rozamiento interno (ϕ)	Cohesión q_u (kpa)
Fangos arenosos	-9.50 a -12.50	3.00		1.60	CP: 0° LP: 23°	7 0
Arcillas arenosas	-12.50 a -17.00	5.00	1.81	2.11	CP: 0° LP: 23°	100 16
Gravas	-17.00 a -23.50	6.50	1.70	2.00	38°	0
Areniscas y conglomerados	variable	-	-	-	-	-
Escollera	variable	2.50	1.80	2.10	40°	0
Relleno original en trasdós	+2.20 a -11.80	14.00	1.58	1.90	35°	20

8. CONDICIONES AMBIENTALES

A continuación se analizan las condiciones de viento, marea y oleaje en la zona de estudio.

8.1. OLEAJES

Se considera que el muelle está abrigado, por lo que no se ha tenido en cuenta la acción del oleaje.

8.2. VIENTO

8.2.1. DATOS DE PARTIDA

Para la caracterización del régimen de vientos de la zona se disponen de los siguientes datos:

Datos aportados por la Autoridad Portuaria de Alicante con los siguientes intervalos de mediciones:

27-07-2006 al 10-2-2009

10-03-2010 al 27-7-2010

Datos de viento medio horario del Punto WANA 2045026, el registro temporal abarca desde 1996 al 2006.

De los tres registros de datos de vientos se ha seleccionado para el cálculo del presente proyecto los correspondientes al Punto WANA 2045026 por ser la serie temporal más larga que además está del lado de la seguridad por estar el punto situado en mar abierto sin obstáculos orográficos.

El punto WANA 2045026 se localiza en las siguientes coordenadas según la página de Puertos del Estado:

Latitud: 38,25

Longitud: -0.375

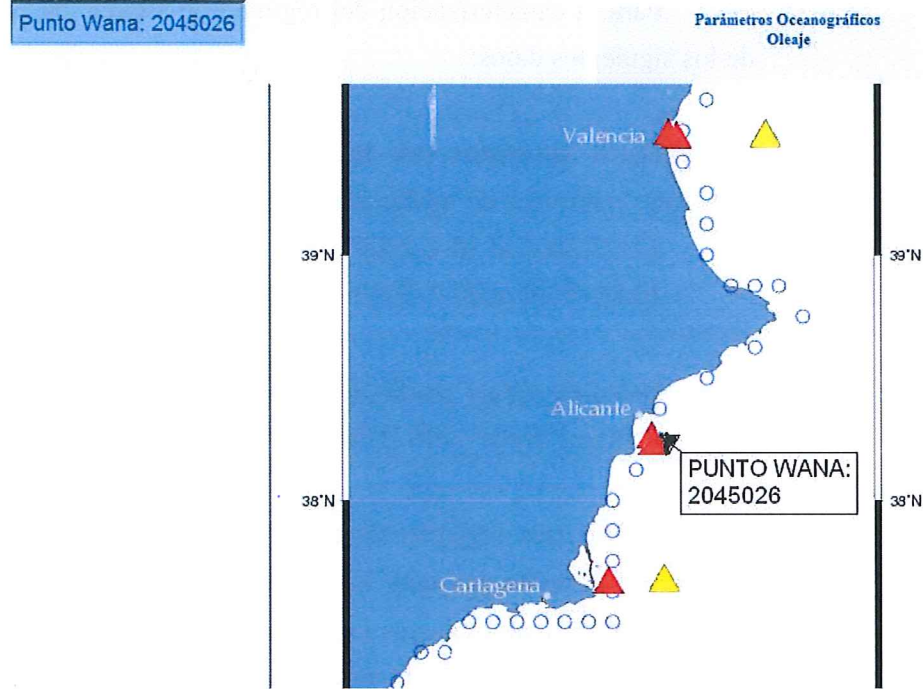


Figura 1. Posición del punto WANA 2045026

La información recopilada para la determinación de los regímenes medios se limita únicamente a la variable velocidad media del viento U (m/s), la dirección media asociada, y la velocidad de racha máxima y su dirección asociada.

En la 2 se muestra el histograma de frecuencias de presentación, para los distintos niveles de velocidad media.

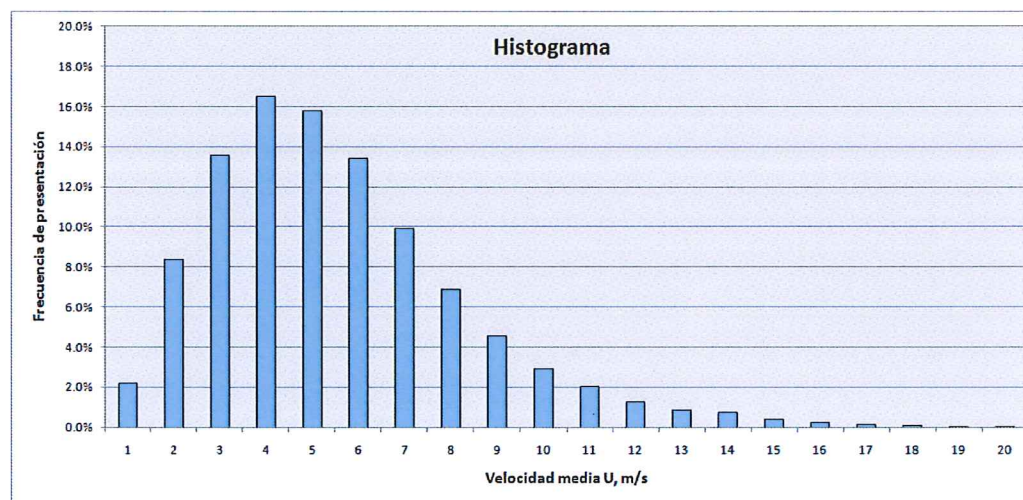


Figura 2. Histograma de frecuencias de presentación. Nodo WANA 2045026.

La frecuencia de presentación sectorial del viento, puede apreciarse en la correspondiente rosa de viento, en la Figura 3, con el conjunto total de los datos, recogidos a su vez en la tabla 6, en la que aparece el número de observaciones clasificadas por sectores de incidencia y por valores de velocidad media U (m/s).

Según se aprecia en la figura, los vientos dominantes en la zona corresponden a los sectores del NE y el ENE.

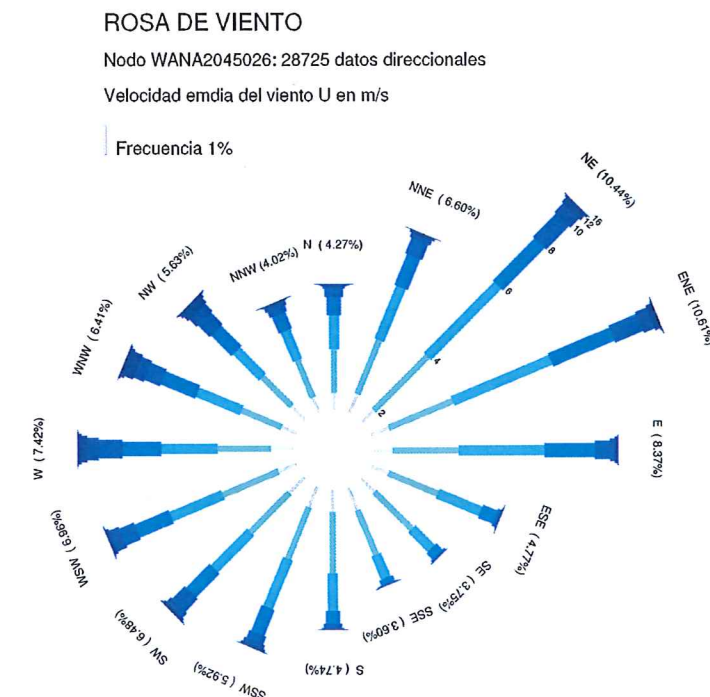


Figura 3. Rosa de viento anual. Nodo WANA 2045026.

Sector/U	< 2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	%	TOTAL
Calmas											0.00%	0
N	156	429	334	178	84	24	8	10	0	4	4.27%	1227
NNE	196	570	562	327	165	47	26	2	0	2	6.60%	1897
NE	158	745	984	584	324	122	57	22	4	0	10.44%	3000
ENE	186	683	1043	657	296	116	50	10	4	4	10.61%	3049
E	182	650	841	502	148	48	28	4	0	0	8.37%	2403
ESE	187	525	459	148	40	6	2	2	0	0	4.77%	1369
SE	181	514	272	82	22	6	0	0	0	0	3.75%	1077
SSE	241	472	249	54	6	8	4	0	0	0	3.60%	1034
S	212	604	366	122	44	12	0	2	0	0	4.74%	1362
SSW	218	546	516	270	80	40	24	4	2	0	5.92%	1700
SW	212	544	508	328	173	60	22	12	2	0	6.48%	1861
WSW	185	599	556	365	152	102	30	6	4	0	6.96%	1999
W	216	530	563	383	232	114	54	30	8	2	7.42%	2132
WNW	156	434	471	368	166	108	86	32	18	2	6.41%	1841
NW	199	401	365	282	165	100	56	34	10	6	5.63%	1618
NNW	151	395	313	175	60	46	10	0	4	2	4.02%	1156
%	10.57%	30.08%	29.25%	16.80%	7.51%	3.34%	1.59%	0.59%	0.19%	0.08%	100.00%	
TOTAL	3036	8641	8402	4825	2157	959	457	170	56	22		28725

Tabla 6. Velocidad media del viento. Nodo WANA 2045026 corregido.

Se considerarán dos direcciones de viento que son perpendiculares entre sí, la perpendicular al muelle para cálculo de traveses y largos y la paralela al mismo para el cálculo de los springs. Por lo tanto para la dirección perpendicular serán los sectores NNE, NE y ENE y la paralela los WNW, NW y NNW

En la página siguiente se dan las velocidades en las direcciones anteriormente indicadas, los registros disponibles y las excedencias de velocidad de viento.

Régimen Medio

NW 5.63%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	199	3	21
2 a 4	401	5	18
4 a 6	365	5	13
6 a 8	282	4	8
8 a 10	165	2	5

WNW-NW-NNW 16.06%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	506	6	59
2 a 4	1230	16	52
4 a 6	1149	15	37
6 a 8	825	10	22
8 a 10	391	5	11

10 a 12	100	1	3
12 a 14	56	1	1
14 a 16	34	0	1
16 a 18	10	0	0
18 a 20	6	0	0
total	1618	21	

10 a 12	254	3	7
12 a 14	152	2	3
14 a 16	66	1	1
16 a 18	32	0	1
18 a 20	10	0	0
total	4615	59	

NNW 4.02%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	151	2	15
2 a 4	395	5	13
4 a 6	313	4	8
6 a 8	175	2	4
8 a 10	60	1	2
10 a 12	46	1	1
12 a 14	10	0	0
14 a 16	0	0	0
16 a 18	4	0	0
18 a 20	2	0	0
total	1156	15	

WNW 6.41%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	156	2	23
2 a 4	434	6	21
4 a 6	471	6	16
6 a 8	368	5	10
8 a 10	166	2	5
10 a 12	108	1	3
12 a 14	86	1	2
14 a 16	32	0	1
16 a 18	18	0	0
18 a 20	2	0	0
total	1841	23	

Figura 4. Velocidades medias horarias para las direcciones NW, NNW y WNW con los registros disponibles y las excedencias de velocidad de viento. Viento longitudinal al barco

Régimen Medio

NE 10.44%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	158	2.01	38.11
2 a 4	745	9.46	36.10
4 a 6	984	12.50	26.64

NE+NNE+ENE 27.65%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	540	6.86	100.93
2 a 4	1998	25.38	94.07
4 a 6	2589	32.89	68.69

6 a 8	584	7.42	14.14	6 a 8	1568	19.92	35.81
8 a 10	324	4.12	6.72	8 a 10	785	9.97	15.89
10 a 12	122	1.55	2.60	10 a 12	285	3.62	5.92
12 a 14	57	0.72	1.05	12 a 14	133	1.69	2.30
14 a 16	22	0.28	0.33	14 a 16	34	0.43	0.61
16 a 18	4	0.05	0.05	16 a 18	8	0.10	0.18
18 a 20	0	0.00	0.00	18 a 20	6	0.08	0.08
total	3000	38.11		total	7946	100.92	

NNE		6.60%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	196	2.49	24.10
2 a 4	570	7.24	21.61
4 a 6	562	7.14	14.37
6 a 8	327	4.15	7.23
8 a 10	165	2.10	3.07
10 a 12	47	0.60	0.98
12 a 14	26	0.33	0.38
14 a 16	2	0.03	0.05
16 a 18	0	0.00	0.03
18 a 20	2	0.03	0.03
total	1897	24.09	

ENE		10.61%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2	186	2.36	38.73
2 a 4	683	8.68	36.37
4 a 6	1043	13.25	27.69
6 a 8	657	8.35	14.44
8 a 10	296	3.76	6.10
10 a 12	116	1.47	2.34
12 a 14	50	0.64	0.86
14 a 16	10	0.13	0.23
16 a 18	4	0.05	0.10
18 a 20	4	0.05	0.05
total	3049	38.73	

Figura 5. . Velocidades medias horarias para las direcciones NNE, NE y ENE, con los registros disponibles y las excedencias de velocidad de viento. Viento transversal al barco.

En las tablas siguientes se dan las velocidades de viento y excedencias para una racha de 1 minuto, las velocidades de viento se obtiene por la siguiente formulación de la ROM 0.2-90

$$V_{v,e} \approx V_{v,\min}(10m) = 1.31 \cdot V_{v,\min}(10m)$$

Racha de 1 minuto

NW		5.63%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	199	2.53	20.55
2,6 a 5,2	401	5.09	18.02
5,2 a 7,9	365	4.64	12.93
7,9 a 10,5	282	3.58	8.29
10,5 a 13,1	165	2.10	4.71
13,1 a 15,7	100	1.27	2.62
15,7 a 18,3	56	0.71	1.35
18,3 a 21	34	0.43	0.64
21 a 23,6	10	0.13	0.20
23,6 a 26,2	6	0.08	0.08
total	1618	20.55	
NNW		4.02%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	151	1.92	14.68
2,6 a 5,2	395	5.02	12.76
5,2 a 7,9	313	3.98	7.75
7,9 a 10,5	175	2.22	3.77
10,5 a 13,1	60	0.76	1.55
13,1 a 15,7	46	0.58	0.79
15,7 a 18,3	10	0.13	0.20
18,3 a 21	0	0.00	0.08
21 a 23,6	4	0.05	0.08
23,6 a 26,2	2	0.03	0.03
total	1156	14.67	
WNW		6.41%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	156	1.98	23.38
2,6 a 5,2	434	5.51	21.40
5,2 a 7,9	471	5.98	15.89
7,9 a 10,5	368	4.67	9.91
10,5 a 13,1	166	2.11	5.23
13,1 a 15,7	108	1.37	3.12
15,7 a 18,3	86	1.09	1.75
18,3 a 21	32	0.41	0.66
21 a 23,6	18	0.23	0.25
23,6 a 26,2	2	0.03	0.03
total	1841	23.40	

WNW-NW-NNW		16.06%	
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	506	6.43	58.61
2,6 a 5,2	1230	15.62	52.19
5,2 a 7,9	1149	14.59	36.56
7,9 a 10,5	825	10.48	21.97
10,5 a 13,1	391	4.97	11.49
13,1 a 15,7	254	3.23	6.53
15,7 a 18,3	152	1.93	3.30
18,3 a 21	66	0.84	1.37
21 a 23,6	32	0.41	0.53
23,6 a 26,2	10	0.13	0.13
total	4615	58.62	

Figura 6. Velocidades de racha de 1 minuto a 10 m de altura para las direcciones NW, NNW y WNW con los registros disponibles y las excedencias de velocidad de viento. Viento longitudinal al barco

8.2.2. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE VIENTO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS.

Se llama velocidad básica V_b escalar a la velocidad media del viento en un intervalo de 10 minutos, medida a 10 m de altura sobre la superficie en mar o campo abierto sin obstáculos.

La R.O.M 0.4-95 "Acciones Climáticas II: Viento" establece que la velocidad básica V_b para el puerto de Alicante, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años es:

$$V_{b,50} = 28 \text{ m/seg}$$

Racha de 1 minuto

NE 10.44%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	158	2.01	38.11
2,6 a 5,2	745	9.46	36.10
5,2 a 7,9	984	12.50	26.64
7,9 a 10,5	584	7.42	14.14
10,5 a 13,1	324	4.12	6.72
13,1 a 15,7	122	1.55	2.60
15,7 a 18,3	57	0.72	1.05
18,3 a 21	22	0.28	0.33
21 a 23,6	4	0.05	0.05
23,6 a 26,2	0	0.00	0.00
total	3000	38.11	
NNE 6.60%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	196	2.49	24.10
2,6 a 5,2	570	7.24	21.61
5,2 a 7,9	562	7.14	14.37
7,9 a 10,5	327	4.15	7.23
10,5 a 13,1	165	2.10	3.07
13,1 a 15,7	47	0.60	0.98
15,7 a 18,3	26	0.33	0.38
18,3 a 21	2	0.03	0.05
21 a 23,6	0	0.00	0.03
23,6 a 26,2	2	0.03	0.03
total	1897	24.09	
ENE 10.61%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	186	2.36	38.73
2,6 a 5,2	683	8.68	36.37
5,2 a 7,9	1043	13.25	27.69
7,9 a 10,5	657	8.35	14.44
10,5 a 13,1	296	3.76	6.10
13,1 a 15,7	116	1.47	2.34
15,7 a 18,3	50	0.64	0.86
18,3 a 21	10	0.13	0.23
21 a 23,6	4	0.05	0.10
23,6 a 26,2	4	0.05	0.05
total	3049	38.73	

NE+NNE+ENE 27.65%			
velocidad viento (m/s)	registros	días /año	excedencia
<2,6	540	6.86	100.93
2,6 a 5,2	1998	25.38	94.07
5,2 a 7,9	2589	32.89	68.69
7,9 a 10,5	1568	19.92	35.81
10,5 a 13,1	785	9.97	15.89
13,1 a 15,7	285	3.62	5.92
15,7 a 18,3	133	1.69	2.30
18,3 a 21	34	0.43	0.61
21 a 23,6	8	0.10	0.18
23,6 a 26,2	6	0.08	0.08
total	7946	100.92	

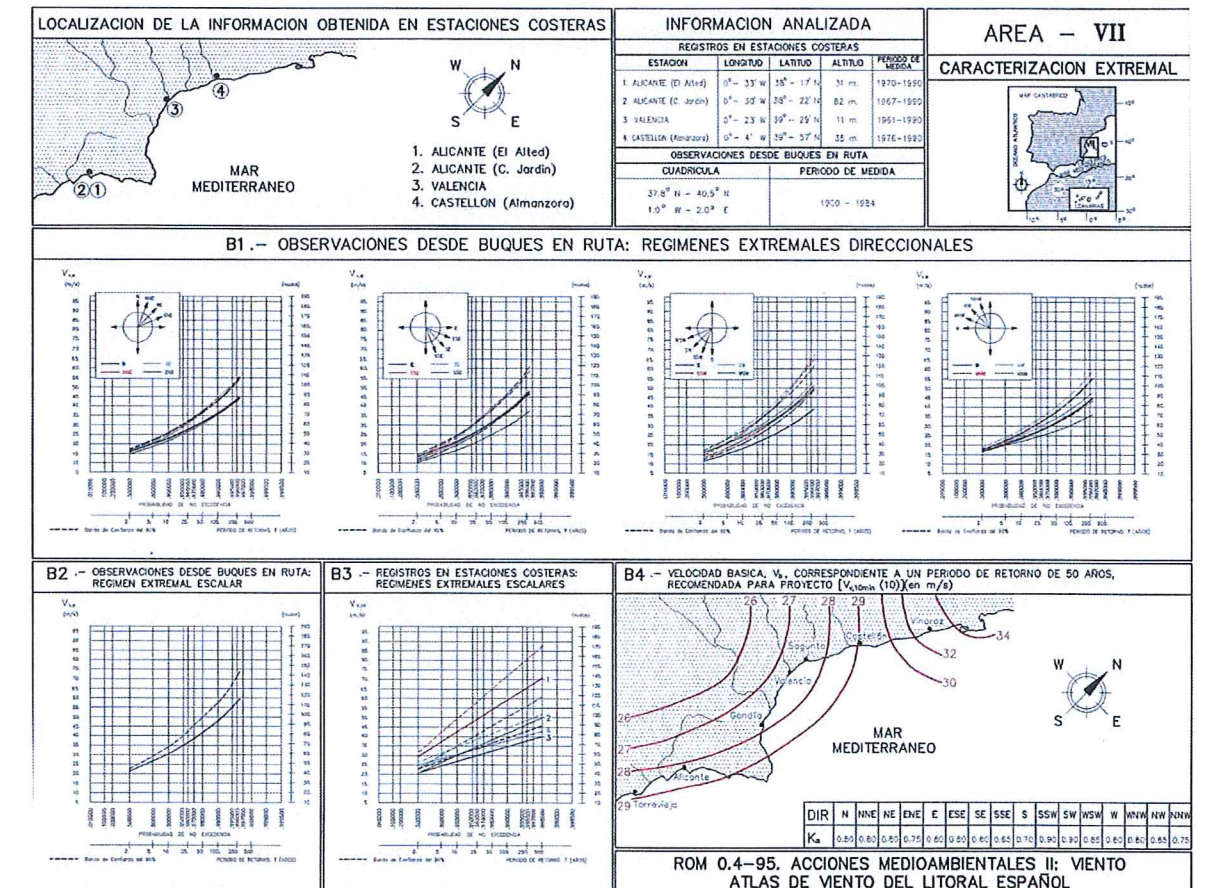


Figura 7. Velocidades de racha de 1 minuto a 10 m de altura para las direcciones NNE, NE y ENE, con los registros disponibles y las excedencias de velocidad de viento. Viento transversal al barco

8.2.3. VIENTO DE CÁLCULO SEGÚN CONDICIONES DE TRABAJO

8.2.3.1 CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS: CT1.

En condiciones de trabajo operativas, el límite de velocidad del viento viene definido por los límites operativos establecidos para las operaciones de carga y descarga con buque atracado. Según la ROM 2.0 en su Tabla 3.2.1.3, Ro-Ros y mercantes de carga general, tanto en sentido longitudinal al muelle como en sentido transversal, esta velocidad es de 22 m/s. En ambos casos la velocidad del viento se ha definido como velocidad media del viento correspondiente a 10 m de altura y ráfaga de 1 minuto.

8.2.3.2 CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS: CT2.

Para velocidades superiores a las condiciones de trabajo operativas se considera que el buque no se encuentra amarrado, y al no haber grúas fijas el viento de condiciones extremas no tiene incidencia sobre el cálculo.

8.2.3.3 CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES: CT3.

Para velocidades superiores a las condiciones de trabajo operativas se considera que el buque no se encuentra amarrado, y al no haber grúas fijas el viento de condiciones excepcionales no tiene incidencia sobre el cálculo.

8.3. NIVEL DEL MAR

En el nivel de marea los factores de variación son la marea astronómica y la marea meteorológica de manera que:

$$S_{NM}(t) = S_{MA}(t) + S_{MM}(t)$$

donde:

- S_{NM} : es el nivel de marea
- S_{MA} : es la sobreelevación debida a la marea astronómica
- S_{MM} : es la sobreelevación debida a la marea meteorológica

Se opta por analizar el nivel de marea en la zona de estudio mediante la información procesada en la recomendación ROM 2.0 para el Proyecto y Ejecución de Obras de Atraque y Amarre. Además de contener

información más actualizada que cualquier otra posible fuente (como el Atlas de Inundación del Litoral Español) se ha realizado a partir de datos de la red de mareógrafos de Puertos del Estado (REDMAR).

Se plantea asimilar la problemática en el Puerto de Alicante a la del Puerto de Valencia, por encontrarse ambos en la misma fachada de la península con valores similares de marea astronómica, correspondiente a la zona Vb según el mencionado Atlas de Inundación.

Así, la ROM establece los siguientes valores representativos estimados de los niveles de agua en el Puerto de Valencia respecto al nivel medio del mar (combinando marea astronómica y meteorológica):

PUERTO	NIVEL DE LAS AGUAS	Valores Extremales			Valores medios		Altura del Nivel Medio del Mar respecto del Cero del Puerto (m) ²⁾
		T= 500 años	T=50 años	T=5 años	Probabilidad de no excedencia del 85 %	Probabilidad de no excedencia del 50 %	
VALENCIA	Nivel alto	+ 0.96	+ 0.85	+ 0.74	+ 0.16	+ 0.13	+0,07
	Nivel bajo	- 0.78	- 0.74	- 0.70	- 0.16	- 0.13	
	Máximo rango de variación de la marea astronómica ³⁾	0.41 (UA = 0.18)					

NOTAS
 UA: Unidad de altura. Es la semiamplitud, en metros, de la media de las mareas astronómicas vivas equinocciales, a la que corresponde un coeficiente de marea C: 100. A la máxima marea astronómica viva equinoccial le corresponde un coeficiente 118.
 1) Valores representativos obtenidos considerando el intervalo de confianza del 90%.
 2) Nivel medio obtenido de datos registrados por la red de mareógrafos de puertos (REDMAR - Puertos del Estado).
 3) Amplitud, en metros, de la máxima marea viva equinoccial.

Tabla 7. Valores representativos estimados en los niveles de agua en Puertos Españoles. Tabla 4.6.2.3 ROM 2.0

Se adoptan los valores de los niveles de Valencia, quedando estos del lado de la seguridad.

A continuación se adoptan los siguientes valores representativos según las condiciones de trabajo:

Estructuras verticales

De acuerdo con la ROM 2.0 y la ROM 0.5-05 se adoptan los siguientes valores representativos según las condiciones de trabajo:

Condiciones de Trabajo Operativas Normales (CT1):

- Nivel del mar de las aguas exteriores:

Se adopta el valor cuasipermanente del nivel de marea, correspondiente a la probabilidad de no excedencia del 50%, tomada del régimen medio.

- Valor superior: +0,13 m con respecto al cero del Puerto de Alicante
- Valor inferior: -0,13 m con respecto al cero del Puerto de Alicante

- Desnivel entre nivel exterior y la línea de saturación:

Según la Tabla 3.4.1 de la ROM 0.5-05, el valor cuasipermanente para casos con marea astronómica no significativa ($UA < 0,5$ m, según Tabla 3.3.1 de la ROM 0.5-05) y permeabilidad de la obra media es:

- Desnivel: 0,00 metros

Luego no ha de tenerse en cuenta desnivel entre la línea de saturación del relleno y el exterior.

Se obtienen así los valores de nivel exterior y de línea de saturación siguientes:

<i>CTI</i>	Nivel Exterior	Línea de Saturación
Valor superior	+0,13 m	+0,13 m
Valor inferior	-0,13 m	-0,13 m

Condiciones de Trabajo Extremas (CT2):

- Nivel del mar de las aguas exteriores:

Se adopta el valor de combinación fundamental del nivel de marea, correspondiente al cuantil del 80% de la función de distribución de extremos anuales ($T_R = 5$ años):

- Valor superior: +0,74 m con respecto al cero del Puerto de Alicante
- Valor inferior: -0,70 m con respecto al cero del Puerto de Alicante

- Desnivel entre nivel exterior y la línea de saturación:

Según la Tabla 3.4.1 de la ROM 0.5-05, el valor fundamental para casos con marea astronómica no significativa ($UA < 0,5$ m, según Tabla 3.3.1 de la ROM 0.5-05) y permeabilidad de la obra media es:

- Desnivel: 0,30 metros

Se obtienen así los valores de nivel exterior y de línea de saturación siguientes:

<i>CT2</i>	Nivel Exterior	Línea de Saturación
Valor superior	+0,44 m	+0,74 m
Valor inferior	-0,70 m	-0,40 m

Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de un agente climático de carácter extraordinario (CT3,1):

- Nivel del mar de las aguas exteriores:

Al ser un agente climático independiente del preponderante se adopta el valor de combinación fundamental del nivel de marea, correspondiente a la probabilidad de no excedencia del 85% tomada del régimen medio:

- Valor superior: +0,16 m con respecto al cero del Puerto de Alicante
- Valor inferior: -0,16 m con respecto al cero del Puerto de Alicante

- Desnivel entre nivel exterior y la línea de saturación:

Según la Tabla 3.4.1 de la ROM 0.5-05, el valor fundamental para casos con marea astronómica no significativa ($UA < 0,5$ m, según Tabla 3.3.1 de la ROM 0.5-05) y permeabilidad de la obra media es:

- Desnivel: 0,30 metros

Se obtienen así los valores de nivel exterior y de línea de saturación siguientes:

<i>CT3,1</i>	Nivel Exterior	Línea de Saturación
--------------	----------------	---------------------

Valor superior	-0,14 m	+0,30 m
Valor inferior	-0,16 m	+0,14 m

Condiciones de Trabajo Extremas o Excepcionales debidas a la presentación de una acción sísmica (CT3,32):

- Nivel del mar de las aguas exteriores:

Se adopta el valor cuasipermanente del nivel de marea, correspondiente a la probabilidad de no excedencia del 50%, tomada del régimen medio.

- Valor superior: +0,13 m con respecto al cero del Puerto de Carboneras
- Valor inferior: -0,13 m con respecto al cero del Puerto de Carboneras

- Desnivel entre nivel exterior y la línea de saturación:

Según la Tabla 3.4.1 de la ROM 0.5-05, el valor cuasipermanente para casos con marea astronómica no significativa (UA < 0,5 m, según Tabla 3.3.1 de la ROM 0.5-05) y permeabilidad de la obra media es:

- Desnivel: 0,00 metros

Luego no ha de tenerse en cuenta desnivel entre la línea de saturación del relleno y el exterior.

Se obtienen así los valores de nivel exterior y de línea de saturación siguientes:

CT3,32	Nivel Exterior	Línea de Saturación
Valor superior	+0,13 m	+0,13 m
Valor inferior	-0,13 m	-0,13 m

8.4. EFECTO SÍSMICO

A los efectos de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 se puede considerar la obra como de importancia normal (aquella cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un

servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible que pueda dar lugar a efectos catastróficos).

Cuando la zona de estudio tiene una aceleración sísmica básica de cálculo a_b de valor inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, no es obligatoria la aplicación de la Norma.

En el Puerto de Alicante le corresponde una aceleración sísmica básica de 0,14g, por lo que en los cálculos es obligatorio considerar la acción sísmica.

El valor de aceleración sísmica básica definida por esta Norma, responde al valor de la aceleración horizontal máxima a nivel del techo de roca asociada a un periodo de retorno de 500 años, correspondiente a cada emplazamiento. A partir de dicho valor, la función de distribución extremal de dicha variable en España puede considerarse definida por la siguiente relación:

$$a_{b,T} = a_b \cdot \left[\frac{T}{500} \right]^{2,7}$$

siendo T el periodo de retorno en años.

Según se ha definido anteriormente, en el análisis de la condición de trabajo Excepcional debida a la presentación de una acción sísmica (CT3,32) el periodo de retorno de la obra es el siguiente (vida útil 25 años y probabilidad de fallo 0,10):

$$Pf = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R} \right)^V \Rightarrow 0,1 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R} \right)^{25} \Rightarrow T_R = 238 \text{ años}$$

Por lo que se utilizará el valor asociado a un periodo de retorno de **238 años**. De esta forma, se obtiene un periodo de retorno para la acción sísmica que puede ser menor que la que marca la instrucción.

$$a_{b,238} = a_b \cdot \left[\frac{T}{500} \right]^{2,7} = 0,1063 \cdot g$$

Utilizando la NCSE-02 tal como indica la ROM 0.5-05 para considerar el efecto de la acción sísmica en el estudio de los problemas de estabilidad controlados por la resistencia del terreno se supondrá que ésta equivale a unas fuerzas máxicas estáticas definidas como el producto de la masa por diferentes valores de aceleraciones.

La aceleración de cálculo resulta:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

S: coeficiente de amplificación del terreno. Para $0,1g < \rho a_b < 0,4g$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

C: coeficiente del terreno que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación. Con los datos que se tienen de la geotecnia del proyecto de ampliación del muelle 11, y cogiendo sobre todo como referencia el sondeo S-4 se suponen los siguientes terrenos:

- Arcilla arenosa 5.00 m = Terreno Tipo IV
- Gravas medias 6.50 m = Terreno Tipo III
- Areniscas y conglomerados 18.50 m = Terreno Tipo I

$$C = \frac{5.00 \cdot 2.0 + 6.50 \cdot 1.6 + 18.50 \cdot 1.0}{30} = 1.297$$

Con ello el coeficiente S resulta de: 1,037

ρ : coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Para construcciones de normal importancia toma el valor de $\rho = 1,00$

a_b : aceleración sísmica básica (valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno)

Así, en el análisis de la condición de trabajo Excepcionales debido a la presentación de un sismo de carácter extraordinario (CT3,32) se obtienen:

$$a_{c,238} = 0,110 \cdot g$$

De igual forma, se podrá suponer que la acción sísmica horizontal:

$$a_h = \alpha \cdot a_{c,238}$$

donde $\alpha = 0,50$ para muelles de gravedad.

Luego:

$$a_{h,238 \text{ años}} = 0,50 \cdot 0,110 \cdot 9,81 = 0,541$$

También supone que la acción sísmica vertical es:

$$a_{v,238 \text{ años}} = \frac{1}{2} \cdot a_h = \frac{1}{2} \cdot 0,541 = 0,270$$

Para el caso en que se considere un período de retorno de 500 años, la aceleración de cálculo correspondería a:

$$a_{c,500} = 0,14g \cdot 1,037 = 0,145 \cdot g$$

Y se obtendría finalmente:

$$a_{h,500 \text{ años}} = 0,50 \cdot 0,219 \cdot 9,81 = 0,712$$

$$a_{v,500 \text{ años}} = \frac{1}{2} \cdot a_h = \frac{1}{2} \cdot 0,712 = 0,356$$

9. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE CÁLCULO

Como se ha descrito en el Apartado 6 de este anejo el calado del Muelle 13 en el Puerto de Alicante es de -13,00. El buque de cálculo indicado por la Autoridad Portuaria es:

BUQUE TIPO I (según APA): **Jose M^a Entrecanales**

– Eslora total	209,43 m
– Lpp	198,96 m
– Manga	26,50 m
– Puntal	9,60 m

- Calado en plena carga	7,10 m
- G.T.	30.998
- Desplazamiento (Δ)	23314 t

Por otra parte se ha buscado dentro de los barcos tipo que marca la R.O.M. los que son compatibles con los usos del muelle y con el calado que se proyecta.:

RO-RO.BUQUE TIPO II, según ROM 2.1 Obras de Atraque y Amarre, 4.6.4.33 en capítulo sin aprobación definitiva, máximo Ro-Ro posible:

- Eslora total	213 m
- Lpp	197 m
- Manga	28.7 m
- Puntal	23.9 m
- Calado en plena carga	10.5 m
- T.P.M.	15000
- Desplazamiento (Δ)	29300 t

MERCANTE DE CARGA GENERAL. BUQUE TIPO III, según ROM 2.1 Obras de Atraque y Amarre, 4.6.4.33 en capítulo sin aprobación definitiva, máximo mercante posible:

- Eslora total	181 m
- Lpp	172 m
- Manga	26.1 m
- Puntal	15.9 m
- Calado en plena carga	11.2 m
- T.P.M.	20000
- Desplazamiento (Δ)	30100 t

10. SOLICITACIONES DEBIDAS AL BUQUE

Siguiendo indicaciones de la APA se considerará solo la continuación de la capacidad de atraque actual del muelle 13, calculándose para el buque Jose María Entrecanales, buque máximo que operará actualmente, para buques de mayor desplazamiento será necesario recalcular todo el sistema de defensas de la alineación completa, y en caso de que así sea necesario realizar el cambio de todas las defensas de dicho muelle.

Para el sistema de atraque se ha realizado también el mismo cálculo, restringiéndolo únicamente a la prolongación del actual sistema de atraque. Aun así debido a la gran influencia que puede tener cambiar las

condiciones de atraque si buques mayores necesitasen bolardos mayores, se ha realizado el cálculo con el buque máximo comprobando que este no excede la capacidad de tiro actualmente ejecutada.

10.1. CARGAS DE ATRAQUE

Como se ha explicado anteriormente se prolonga el sistema de atraque definido en el resto del muelle, a continuación se comprueba que sea compatible con el buque tipo I máximo buque que según la Autoridad Portuaria operará actualmente.

Considerando el buque tipo descrito anteriormente, su desplazamiento viene dado por la expresión:

$$\Delta = c \times L_{pp} \times M \times \text{Calado} \times \gamma_w$$

$$\Delta = 23,134 \text{ tn}$$

Δ : desplazamiento a plena carga
 c : coeficiente de bloque = 0.60 (tabla 3.4.2.3.5.1. de la ROM 0.2-90)
 L_{pp} : eslora e.p.p = 199 m
 γ_w : densidad agua del mar = 1.030 t/m³
 M : manga = 27 m
 C : calado = 7.10 m

Para buques Ro-Ro la maniobra de atraque suele producirse directamente bajo el control del buque, presentandose velocidades en dirección del movimiento. Para condiciones favorables de operación, atraque por proa o popa desde el buque parado frente al atraque $V = 0.10 \text{ m/sg}$

La energía cinética desarrollada por el buque en el atraque puede tomarse igual (apartado 3.4.2.3.5 de la ROM 0.2-90):

$$E = (1/2 g) \times C_m \times \Delta \times V_b^2$$

$$g = \text{aceleración gravedad} = 9,8 \text{ m/seg}^2$$

$$C_m = \text{Coeficiente de masa hidrodinámica} = 1+2 (D / B)$$

$$D = \text{Calado del buque} = 7.10 \text{ m}$$

$$B = \text{Manga del buque} = 27 \text{ m}$$

Sustituyendo : $C_m = 1.54$

$$\Delta = \text{desplazamiento} = 23,134 \text{ tn}$$

$$V_b = 0.10 \text{ m/sg}$$

Sustituyendo en la fórmula la energía de atraque es: $E = 18.13 \text{ tn.m}$

La energía a absorber por el sistema de atraque se aproxima mediante la siguiente expresión:

$$E_f = f \cdot E.$$

$$f = C_e \cdot C_g \cdot C_c \cdot C_s.$$

<u>C_e</u> = Coef. de excentricidad =	0.60
<u>C_g</u> = Factor dependiente de la geometría del buque =	1.00 (*)
<u>C_c</u> = Factor dependiente de la configuración del atraque =	0.80 (*)
<u>C_s</u> = Factor dependiente de la rigidez del sistema de atraque =	1.00 (*)

(*) Coeficientes tomados del artículo 3.4.2.3.5. de la R.O.M 0.2-90

Sustituyendo: $f = 0.48$

Por tanto la defensa deberá absorber una energía: $E = 8.70 \text{ tn.m}$

En condiciones extraordinarias el sistema de defensas deberá ser capaz de absorber una energía igual al doble de la calculada. 17.40 tn.m

Se disponen defensas en el frente de cilíndricas de tipo 1300 x 650 de 3 metros de longitud capaces de absorber una energía de 18.5 tn.m y que producen una reacción sobre la estructura de 64.0 tn

10.2. CARGAS DE AMARRE

Para la definición de las cargas de amarre, debido a la gran influencia que tienen sobre los cálculos de estabilidad y estructurales se comprobará que la prolongación de los actuales bolardos será suficiente para el mayor buque de diseño de este proyecto. En este caso las condiciones pésimas las da el buque tipo II.

La velocidad del viento de proyecto se ha tomado de la tabla 3.2.1.2.2 de la R.O.M,0.4-95 “Velocidades de viento límite de operatividad usuales en instalaciones y estructuras portuarias considerando diferenciación direccional”.

$$V = 80 \text{ Km/h} = 22 \text{ m/sg}$$

* El área de la proyección transversal del buque expuesta a la acción del viento en m² es:

$$A_T = B \cdot (G + h_T)$$

$$B = \text{manga} = 29 \text{ m}$$

$$G = \text{francobordo para el buque en lastre} = \text{Puntal} - C_{\text{Lastre}}$$

$$\text{Puntal} = 23.90 \text{ m}$$

h_T : altura de la proyección de la superestructura del buque en un plano transversal.

La situación pésima se produce con el barco en lastre, que es cuando mayor superficie expuesta tiene.

El calado en esta situación puede obtenerse suponiendo que se mantiene el coeficiente de bloque, el desplazamiento en lastre toma un valor entre 30-50% del desplazamiento a plena carga (Según ROM 0.2-90, artículo 3.4.2.3.5) :

$$\text{Considerando: } \Delta_{\text{Lastre}} = 0.50 \Delta_{\text{carga}} \quad \Delta_{\text{carga}} = 36,688 \text{ tn}$$

$$\Delta_{\text{Lastre}} = 18,344 \text{ tn}$$

$$\Delta_{\text{Lastre}} = c \times 0,95 \times L \times M \times C_{\text{Lastre}} \times g_w ;$$

$$C_{\text{Lastre}} = 5.11 \text{ m}$$

ó aplicando la expresión (ROM 0.2-90, tabla 3.4.2.3.5.9.) :

$$C_{\text{Lastre}} = a (C_{\text{Máx.}})b$$

$$C_{\text{Máx.}} = 10.50 \text{ m} \quad a = 0.352 \quad C_{\text{Lastre}} = 5.5383 \text{ m}$$

$$b = 1.172$$

$$G = 18.36 \text{ m} \quad h_T = 13.50 \text{ m} \quad (\text{Tabla 3.4.2.3.5.9 de la ROM 0.2-90})$$

$$A_T = 29 \times (18.36 + 13.50) = 914.4 \text{ m}^2$$

* El área de la proyección longitudinal del buque expuesta a la acción del viento en m² es:

$$A_L = L_{pp} (G + h_L)$$

L_{pp} = eslora entre perpendiculares, según el apartado 1.1 es igual a

h_L : altura de la proyección de la superestructura del buque en un plano longitudinal.

$$h_L = 8.50 \text{ m} \quad (\text{Tabla 3.4.2.3.5.9 de la ROM 0.2-90})$$

$$A_L = 197.0 \times (18.36 + 8.50) = 5,291.8 \text{ m}^2$$

FUERZA TRANSVERSAL DEL VIENTO

Suponiendo que el viento tiene dirección normal a la proyección longitudinal del buque, la fuerza sobre el mismo vale:

$$R_v = r/2g \cdot C_v \cdot V_v^2 \cdot (A_T \cos^2 a + A_L \sin^2 a) = C_v \cdot V_v^2 / 16.000 \cdot (A_T \cos^2 a + A_L \sin^2 a)$$

r : peso específico del aire ($1,225 \cdot 10^{-3} \text{ tn/m}^3$)

g : aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/sg}^2$)

C_v : factor de forma (varía entre 1,00 y 1,30)

$$C_v = 1.30 \quad a = 90^\circ \quad V_v = 22 \text{ m/sg}$$

$$\text{Sustituyendo: } R_v = 208.10 \text{ tn}$$

$$\text{para } \phi = 90^\circ :$$

$$\text{Fuerza Transversal : } F_{TV} = R_v \sin \phi = 208.10 \text{ tn}$$

$$\text{Fuerza longitudinal : } F_{LV} = R_v \cos \phi = 0.00 \text{ tn}$$

$$\text{Momento : } M_{TV} = F_{TV} \times K_{e \times L} = 819.9 \text{ tn.m}$$

$$K_e = 0.02 \text{ (coeficie tabla 3.4.2.3.5.9.)}$$

FUERZA LONGITUDINAL DEL VIENTO

Para viento soplando en dirección longitudinal del buque :

$$R_v = 35.96 \text{ tn}$$

$$\text{para } \phi = 0^\circ : \quad \text{tg } \phi = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Fuerza Transversal : } F_{TV} &= R_v \operatorname{sen} \phi = 0.00 \text{ tn} \\ \text{Fuerza longitudinal : } F_{LV} &= R_v \operatorname{cos} \phi = 35.96 \text{ tn} \end{aligned}$$

COMPOSICIÓN DE FUERZAS

*En sentido perpendicular al buque:

$$F_T = F_{Tv} + F_{Tw} = 208.1$$

Suponiendo que el tiro transversal es resistido por 2 traveses y 2 largos a 30° :

$$2T + 2T \operatorname{cos} 30^\circ = 208.10 \text{ tn} \quad T_1 = 55.7598 \text{ tn}$$

El momento produce un tiro de valor:

$$F = 819.9 / 213.00 = 3.8493 \text{ tn}$$

Suponiendo que el tiro producido por el momento es resistido por 1 traveses y 1 largos a 30° :

$$T + T \operatorname{cos} 30^\circ = 3.85 \text{ tn} \quad T_2 = 2.06285 \text{ tn}$$

Con objeto de tener en consideración los efectos dinámicos se considerará que la carga de amarre actuante es igual a 1.5 veces la teórica calculada

$$T_{\text{total}} = 1.5 \times (T_1 + T_2) = 86.73$$

Se colocarán bolardos de 100 Tn de tiro nominal.

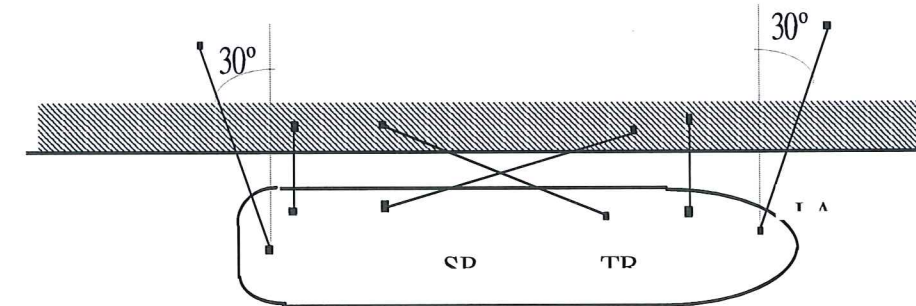
*En sentido longitudinal :

$$F_{LV} = F_{Lv} + F_{Lw} = 35.96 \text{ Tn}$$

Suponiendo que el tiro longitudinal se resiste con un spring la capacidad de los bolardos es:

$$T = (F_{Lv} + F_{Lw}) \times 1.5 = 53.94$$

Se colocarán bolardos de 100 Tn de tiro nominal.



11. VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES

11.1. CARGAS PERMANENTES

El valor característico de las acciones se deducirá aplicando a las dimensiones reales de los distintos elementos los pesos específicos correspondientes.

Según el material considerado tendremos los siguientes pesos específicos:

- **Hormigones:**
 - Armado: $\gamma = 2,50 \text{ T/m}^3$
 - En masa: $\gamma = 2,30 \text{ T/m}^3$
- **Aceros:**
 - En armaduras: $\gamma = 7,85 \text{ T/m}^3$
- **Agua de mar:**
 - $\gamma = 1,030 \text{ T/m}^3$ (mar Mediterráneo)
- **Rellenos:**
 - Escollera en banqueta de cimentación (nueva):
 - $\gamma_d = 1,80 \text{ t/m}^3$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 2,10 \text{ t/m}^3$
 - $\phi = 40^\circ$

- Escollera en banquetta de cimentación (antigua):

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 1,80 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2,10 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 38^\circ\end{aligned}$$

- Pedraplén en trasdós (nuevo):

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 1,80 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2,10 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 40^\circ\end{aligned}$$

- Relleno en trasdós (antiguo):

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 1,58 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,90 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 35^\circ \\ C &= 20 \text{ kpa}\end{aligned}$$

- En relleno general:

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 1,65 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,90 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 30^\circ\end{aligned}$$

11.2. CARGAS DEL TERRENO

Se define como cargas de terreno a las presiones, empujes y demás esfuerzos ejercidos por un relleno o terreno natural sobre los distintos elementos de la estructura, o las reacciones que tales estructuras pueden originar en el terreno para lograr su equilibrio.

Para la obtención de los coeficientes de empuje se utilizará la teoría de Coulomb, de la que se deduce la siguiente formulación:

$$\text{Coeficiente de empuje activo: } K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}(\alpha - \delta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) * \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{ah} = K_a \cos(\alpha + \delta)$$

donde:

$\alpha = 90^\circ$: ángulo de inclinación del trasdós del muro con la vertical

$\beta = 0^\circ$: ángulo que forma el terreno de trasdós con la horizontal

$\phi = 35^\circ/40^\circ$: ángulo de rozamiento interno del relleno

δ_a : ángulo de rozamiento relleno – muro

K_a : coeficiente de empuje activo

K_{ah} : coeficiente de empuje activo horizontal

El ángulo de rozamiento terreno-estructura, de acuerdo con la Tabla 3.7.1. de la ROM 0.5-05, se tomará igual a 2/3 del ángulo de rozamiento interno del relleno del trasdós.

Para el caso en el que se estudie la combinación accidental, según el apartado 3.10.5.2.3.1 de la R.O.M 0.5-05, la acción sísmica hace que el empuje sobre los muros aumente transitoriamente, por lo que el empuje activo en condiciones sísmicas es mayor que el correspondiente a la situación estática y se puede definir mediante la siguiente expresión:

$$K_{ad} = \frac{1}{\cos \theta} \left[\frac{\sec \alpha \cdot \cos(\phi - \alpha - \theta)}{\sqrt{\cos(\alpha + \delta + \theta)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha - \beta)}}} \right]^2$$

donde:

$\alpha = 90^\circ$ (ángulo del paramento del trasdós del muro con la vertical)

$\beta = 0^\circ$ (ángulo que forma el terreno de trasdós con la horizontal)

$\phi = 35^\circ$ (ángulo de rozamiento interno del relleno)

$\delta_a = 0,5\phi = 17,50^\circ$ (ángulo de rozamiento relleno – muro), se supone que disminuye a consecuencia del terremoto¹

El ángulo θ será definido por las siguientes expresiones:

Caso 1: Rellenos de trasdós secos (por encima del nivel freático)

$$\theta_1 = \arctg\left(\frac{a_h}{g - a_v}\right)$$

Caso 2: Rellenos de trasdós por debajo del nivel freático

$$\theta_2 = \arctg\left(\frac{a_h}{g - a_v}\right) \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma}$$

Caso 3: Rellenos situados por debajo del nivel freático que no sean claramente drenantes.

¹ NOTA: Este valor $\delta_a = 0,5 \phi$ se ha tomado de la ponencia realizada en las V Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, en A Coruña (1999) por Manuel Arana.

$$\theta_3 = \arctg\left(\frac{a_h}{g - a_v}\right) \cdot \frac{\gamma_{sa}}{\gamma}$$

Además el cálculo del empuje efectivo debido al peso de las tierras se realizará con unos pesos específicos del terreno mayores que los reales, tanto en la zona situada por encima del nivel freático, como en la zona situada por debajo de él. En ambos casos el factor de amplificación será:

$$f = 1 + \frac{a_v}{g}$$

11.3. CARGAS VARIABLES DE USO Y EXPLOTACIÓN

11.3.1. Sobrecargas de operación y almacenamiento

Los tráficos del Muelle 13 pueden considerarse, fundamentalmente, de uso comercial (mercancía general y tráfico ro-ro).

Se han adoptado sobrecargas de operación y de almacenamiento de 3 t/m² y 6 t/m² respectivamente, que son los valores mínimos establecidos por la Tabla 4.6.4.4 de la ROM 2.0, para muelles de mercancía general, carga convencional ordinaria y sistemas discontinuos por elevación, en previsión de posibles variaciones en las condiciones de utilización y criterios de explotación de la obra.

El área de operación se ha establecido (según la Figura 3.2.3 de la ROM 2.0) como una franja paralela al cantil con una anchura de 17,5 metros.

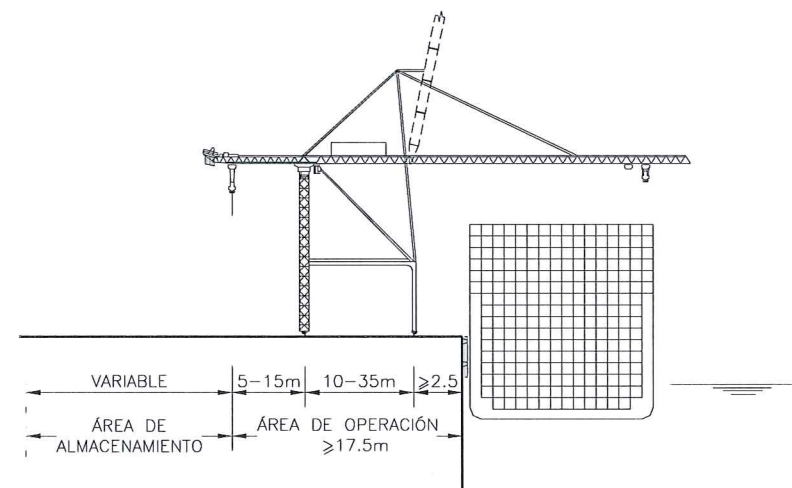


Figura 16. Diferenciación de áreas terrestres en una obra de atraque y amarre tipo con usos comerciales (excepto pasajeros) y definición de anchuras.

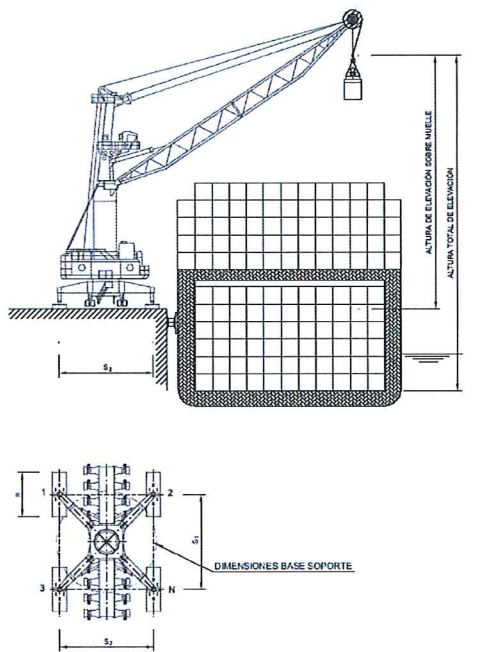
11.3.2. Sobrecargas de equipos de equipos e instalaciones de manipulación de mercancías

La Autoridad portuaria de Alicante ha indicado que las grúas de cálculo para el muelle 13 son equipos de movilidad no restringida, también han indicado que se utilizaran aquellos que establece la Tabla 4.6.4.23 de la ROM 2.0. Ésta determina la denominada como grúa móvil 250/35 para el caso de mercantes de carga general y la grúa móvil 100/25, cuyas características son:

11.3.2.1 Equipos de rodadura no restringida

La Tabla 4.6.4.23 de la ROM 2.0 determina la denominada como grúa móvil 250/35 para el caso de mercantes de carga general y la grúa móvil 100/25 para el caso de buques Ro-Ro, se utilizara la 250/35 por ser esta más restrictiva, sus características son:

TABLA 4.6.4.14. CONFIGURACION Y VALORES CARACTERISTICOS DE LAS CARGAS TRANSMITIDAS POR GRUAS PORTUARIAS MOVILES TIPO 6)



		TIPO DE GRUA MOVIL						
Capacidad de carga bajo gancho (kN) con máximo alcance (m)		100/25	150/30	250/35	300/40	400/45	500/50	
Capacidad de carga (kN) bajo gancho con mínimo alcance (m)		350/6	400/8	600/8	850/10	1000/10	1500/11	
Tamaño buque máximo de proyecto ¹⁾		Feeder		Panamax	Post Panamax	Super Post Panamax		
Tonelaje (TPM)		< 10000	10000-15000	15000-25000	25000-50000	50000-100000	> 100000	
Manga del buque (m)		< 22.5	22.5-25	25-28.5	28.5-32.5	32.5-40	>40	
CARACTERISTICAS GRUA	Max. altura elevación sobre muelle (m)	18-22	18-25	25-30	30-32	30-35	35-38	
	Max. Altura total de elevación (m)	30-33	33-35	40-45	45-47	45-50	50-53	
	Peso (kN)	800-1200	1100-1500	1800-2400	2500-3000	3000-4000	4000-4500	
CONFIGURACION GEOMETRICA	Nº calzos estabilizadores (N)	4	4	4	4	4	4	
	Disposición de los calzos	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	
	Forma de los calzos	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	rectangular	
	Tamaño de los calzos ³⁾ (a x b)							
Dimensiones de la base soporte (S ₁ x S ₂) (mxm)		10 x 8	12 x 9	11 x 10	11 x 11	12 x 12	15 x 12	
MAXIMA CARGA POR CALZO (kN) ^{3),4)}	En condiciones de operación ⁵⁾	Vertical	550	750	1200	1500	2000	2500
		Horizontal	0.05 Vert	0.05 Vert	0.05 Vert	0.05 Vert	0.05 Vert	0.05 Vert

NOTAS

- Cuando, de acuerdo con lo previsto en esta Recomendación, se adopten los valores consignados en esta tabla para la definición de cargas mínimas, en aquellos parámetros que se incluya un rango de valores se utilizará a estos efectos el valor medio.
- 1) El tipo de grúa que se recomienda en función del buque máximo de proyecto debe tomarse como especialmente indicada para obras de atraque y amarre de usos comerciales para graneles sólidos y mercancía general convencional ordinaria. Para obras de atraque multipropósito, ferris, carga convencional pesada y contenedores debe tomarse en consideración adicionalmente el peso unitario de las mercancías a manipular, por lo que es conveniente la utilización como mínimo de grúas móviles 250/35 para estos usos, independientemente de la manga del máximo buque de proyecto. Para el resto de usos, siempre que el tráfico rodado sea accesible a la instalación, es conveniente la utilización como mínimo de grúas móviles 100/25 en previsión de que pueda ser necesario utilizar una grúa móvil por cualquier causa (p.e. para el montaje, desmontaje o reparación de un brazo articulado de carga/descarga de graneles líquidos, la reparación de un buque pesquero o deportivo, etc.).
- 2) No se incluyen tamaños tipo de calzos estabilizadores ya que éstos pueden ser muy variables en función del fabricante del equipo, adaptándose en general a los requerimientos del promotor. A falta de datos más precisos pueden considerarse como usuales presiones del orden de 1000 kN/m².
- 3) Las cargas máximas por calzo estabilizador consignadas en esta tabla tienen únicamente un valor indicativo de su orden de magnitud para cada tipo de grúa, habiéndose obtenido del análisis de las correspondientes a diferentes fabricantes. Dependiendo del fabricante y de la configuración geométrica, las variaciones pueden ser significativas por lo que deben contrastarse con las aportadas, en su caso, por el fabricante elegido. Si esto no es posible previamente a la realización del proyecto, pueden adoptarse los valores incluidos en esta tabla, estableciéndose los mismos como valores nominales máximos que no deben superarse por este tipo de equipos, consignándose en el reglamento de explotación de la instalación.
- 4) Del lado de la seguridad, puede considerarse que las cargas verticales sobre cada uno de los calzos estabilizadores puede inferirse a partir de la máxima carga por calzo, considerando que ésta actúa simultáneamente sobre dos calzos situados en un mismo lado del equipo, actuando sobre cada uno de los dos restantes las cargas resultantes de considerar que la suma de todas las cargas debe igualar a la suma de todas las cargas actuantes (peso propio+máxima carga izada + efectos inerciales). Los efectos inerciales pueden estimarse como el 15 % de la máxima carga izada. La carga horizontal en cada calzo será el 5% de la máxima carga vertical, en la dirección de actuación del viento. En estos equipos puede considerarse que no es relevante la componente de la acción horizontal debida al viento.
- 5) Considerando una velocidad de viento en el emplazamiento V_{v,3s}(10 m) = 24 m/s (≅ 86 km/h) en la dirección más desfavorable, incluyendo los efectos inerciales asociados al movimiento de la carga manipulada.
- 6) Puede considerarse suficientemente aproximado adoptar como valores frecuente y cuasi-permanente de las cargas transmitidas por las grúas móviles los valores reducidos de las componentes verticales que para el caso del valor frecuente serán iguales a 0.95 los correspondientes a dichos valores nominales y para el caso del valor cuasi-permanente el 0.90 de dichos valores. En ambos casos se considerará que las componentes horizontales de actuación simultánea son nulas.

12. COEFICIENTES DE COMBINACIÓN

De acuerdo con el criterio expuesto en la ROM 2.0, la consideración de coeficientes de combinación parcial desaparece.

Para combinar correctamente las cargas actuantes de forma simultánea, se deberá tener en cuenta las diferentes tablas de valores nominales descritas en la ROM para la totalidad de cargas existentes y condiciones de trabajo a considerar.

En concreto, se deberán tener en cuenta las tablas 4.6.2.2 Valores nominales de las variables de estado principales de los estados climáticos, tabla 4.6.2.13, Valores representativos de las variables de estado de los agentes de proyecto de un estado sísmico, tabla 4.6.4.1 Valores representativos de las cargas y sobrecargas de operación y almacenamiento, tabla 4.6.4.8 Valores representativos de las cargas transmitidas por equipos de manipulación de mercancías y de movilidad restringida, y la tabla 4.6.4.13, Valores representativos de las cargas transmitidas por equipos de manipulación de mercancías de movilidad no restringida.

TABLA 4.6.2.2. VALORES NOMINALES O REPRESENTATIVOS DE LAS VARIABLES DE ESTADO PRINCIPALES DE LOS AGENTES CLIMÁTICOS (Para fase de servicio de obras definitivas)¹⁾ (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos con probabilidades de fallo menores del 5 % en la correspondiente condición de trabajo) (combinaciones fundamentales o poco probables)²⁾

CONDICION DE TRABAJO	AGENTE CLIMATICO PREDOMINANTE ³⁾			AGENTES CLIMATICOS INDEPENDIENTES DEL PREDOMINANTE ⁴⁾	
	Valor Característico	Valor Frecuente	Valor Cuasi-permanente	Valor de Combinación Fundamental	Valor Cuasi-permanente
Condiciones de trabajo Operativas (CT1)	Límites de operatividad establecidos ⁵⁾			-----	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio ⁶⁾
Condiciones de trabajo Extremas (CT2)	Cuantil del 98 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R =50 años) ⁶⁾	-----	-----	Cuantil del 80 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R = 5 años) ⁶⁾	-----
Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de un agente climático de carácter extraordinario (CT3,1)	Cuantil del 99,8 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R = 500 años) ⁶⁾	-----	-----	Probabilidad de no excedencia del 85 %, tomada del régimen medio ⁶⁾	-----
Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción accidental (CT3,2) ⁷⁾	-----	Probabilidad de no excedencia del 85 %, tomada del régimen medio ⁶⁾	-----	-----	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio ⁶⁾
Condiciones de trabajo Extremas o Excepcionales debidas a la presentación de una acción sísmica (CT3,31 y CT3,32)	-----	-----	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio ⁶⁾	-----	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio ⁶⁾

NOTAS

- 1) Para estados o situaciones de proyecto transitorios, es decir aquellos que tienen corta duración respecto a la vida útil de la obra ya sea, entre otros, por causa de la geometría de la obra (fase de construcción), por las características del terreno (fase de consolidación o comportamiento drenado o no drenado del mismo) o por las acciones actuantes (cargas de uso y explotación diferentes en las fases de reparación y mantenimiento), en condiciones de trabajo extremas se adoptará como valor característico de la acción predominante el correspondiente a un periodo de retorno del mismo orden de magnitud que el de la duración de dicha fase para las situaciones transitorias prolongadas en relación con la duración de la fase de servicio y el doble de dicho valor para los casos de transitoriedad menos prolongada, con un valor mínimo de 2 años. En esos casos, para los agentes independientes se adoptará como valor representativo el correspondiente a un periodo de retorno de 1 año. En estas situaciones transitorias no se considerarán condiciones de trabajo excepcionales.
- 2) Para la verificación de modos de fallo en condiciones de trabajo extremas con probabilidades de fallo mayores o iguales al 5 %, ver texto.
- 3) Los valores nominales o representativos compatibles de los agentes dependientes del agente predominante o del resto de agentes independientes se obtendrán a partir de los valores nominales o representativos de la variable principal del agente con el que están correlacionados a través de las correspondientes funciones de correlación, definidas de acuerdo con lo dispuesto en esta Recomendación.
- 4) La diferenciación entre agente predominante y otro agente climático se realiza únicamente en aquellos casos en que simplifiadamente puede considerarse que hay agentes climáticos independientes entre sí de actuación simultánea en el emplazamiento (Ver texto apartado 4.6.2.1).
- 5) Para cada condición de trabajo operativa, valores umbrales de los agentes climáticos adoptados como límites de operatividad que sean alcanzables en el emplazamiento. (probabilidad de presentación mayor 10⁻³). Si no es así, ver texto. Para la definición de los valores representativos de los agentes climáticos dependientes de los predominantes o de los independientes de los predominantes, ver texto.
- 6) El proyectista evaluará la incertidumbre estadística asociada a los datos disponibles con los que se han estimado las funciones de distribución. Salvo justificación detallada, se tomarán como valores representativos, no los correspondientes a la estima central de las funciones de distribución, sino los valores extremos del intervalo de confianza del 90 %.
- 7) Se adoptará como valor frecuente el correspondiente al agente climático que, en su caso, sea el predominante para la definición de la acción variable predominante para el modo de fallo. Para el resto de los agentes climáticos independientes o en los casos en los que ningún agente climático intervenga en la definición de la acción variable predominante para el modo de fallo se adoptará como valor representativo de los mismos el valor cuasi-permanente. Para los agentes climáticos dependientes de estos se adoptarán los valores de compatibilidad de acuerdo con lo dispuesto en esta Recomendación.

TABLA 4.6.2.13. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS VARIABLES DE ESTADO DE LOS AGENTES DE PROYECTO EN UN ESTADO SISMICO (Para fase de servicio de obras definitivas) (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos y de servicio con probabilidades de fallo menores del 5 % en la correspondiente condición de trabajo)¹⁾

CONDICION DE TRABAJO	AGENTE SISMICO	RESTO DE AGENTES
	Valor Característico	Valor nominal o valor cuasi-permanente
Condiciones de trabajo Operativas (CT1)	El sismo no define límites de operatividad ²⁾	
Condiciones de trabajo Extremas Sísmicas (CT3,31)	Cuantil del 98 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R = 50 años)	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio
Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de un sismo de carácter extraordinario. (CT3,32)	Cuantil del 99,8 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R = 500 años)	Probabilidad de no excedencia del 50 %, tomada del régimen medio

NOTAS

- 1) En general, en estados o situaciones de proyecto transitorios, es decir, aquellos que tienen corta duración respecto a la vida útil de la obra ya sea, entre otros, por causas de la geometría de la obra (fase de construcción), por las características del terreno (fase de consolidación o comportamiento drenado o no drenado del mismo) o por las acciones actuantes (cargas de uso y explotación diferentes en las fases de reparación y desmantelamiento) en condiciones de trabajo extremas se adoptará como valor característico de la acción sísmica el correspondiente a un periodo del mismo orden de magnitud que el de la duración de dicha fase para las situaciones transitorias prolongadas en relación con la duración de la fase de servicio y el doble de dicho valor para casos de transitoriedad menos prolongada con un valor mínimo de 2 años. En situaciones de proyecto transitorias no se considerarán condiciones de trabajo excepcionales debidas a la presentación de un sismo de carácter extraordinario.
- 2) No hay condiciones de parada operativa asociadas al sismo y, por tanto, no se definen límites de operatividad asociados con dicha acción. Lo anterior no evita que deba verificarse la instalación de ataque y amarre considerando que actúa el sismo (condiciones de trabajo extremas y excepcionales) cuando dicha instalación está tanto en servicio como fuera de servicio; adoptándose como valor representativo de los agentes de uso y explotación de actuación simultánea con el sismo el valor cuasi-permanente de cada uno de ellos en dichas dos situaciones respectivamente (ver tablas del apartado 4.6.4).

TABLA 4.6.4.1. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS CARGAS Y SOBRECARGAS DE ESTACIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos)

CONDICION DE TRABAJO ¹⁾	SIN BASE ESTADISTICA				CON BASE ESTADISTICA			
	Valor Característico (q _{c,u})	Valor de Combinación Fundamental (ψ ₀ q _{c,u})	Valor Frecuente (ψ ₁ q _{c,u})	Valor cuasi Permanente (ψ ₂ q _{c,u})	Valor Característico (q _{c,u})	Valor de Combinación Fundamental (ψ ₀ q _{c,u})	Valor Frecuente (ψ ₁ q _{c,u})	Valor cuasi Permanente (ψ ₂ q _{c,u})
Condiciones de trabajo Operativas (CT1) ²⁾	Valor nominal	Valor nominal	-----	-----	Cuantil del 95 % de la función de distribución	Cuantil del 95 % de la función de distribución	-----	-----
Condiciones de trabajo Extremas (CT2)	-----	Valor nominal	-----	-----	-----	Cuantil del 95 % de la función de distribución	-----	-----
Condiciones de trabajo Excepcionales no sísmicas (CT3,1 y CT3,2) ³⁾	-----	-----	0,95 x (Valor nominal)	0,80 x (Valor nominal)	-----	-----	Cuantil del 85 % de la función de distribución	Cuantil del 50 % de la función de distribución
Condiciones de trabajo extremas o excepcionales por presentación de una acción sísmica (CT3,31 y CT3,32)	-----	-----	-----	0,80 x (Valor nominal)	-----	-----	-----	Cuantil del 50 % de la función de distribución

NOTAS

- 1) En cada condición de trabajo se considerará simultáneamente la carga horizontal que corresponda derivada de la actuación del viento sobre las mercancías almacenadas, calculada de acuerdo a lo señalado en esta Recomendación, adoptando como valores representativos de la velocidad y dirección del viento los correspondientes al estado de proyecto analizado y como altura de las mercancías sobre la que actúa el viento la que le corresponda a cada valor representativo de la carga vertical, considerando que ésta se reduce en igual proporción que éste respecto al valor nominal. Por ejemplo, si las condiciones de trabajo normales operativas están definidas por un valor umbral de velocidad del viento en una determinada dirección se adoptará dicha velocidad y dirección del viento. En condiciones extremas, para probabilidades de fallo menores del 5 % se adoptará la velocidad del viento en la dirección considerada correspondiente a un periodo de retorno de 50 años o de 5 años respectivamente, dependiendo si el viento es el agente climático predominante que define el estado meteorológico de proyecto considerado o no es el predominante pero es independiente de éste (Ver tabla 4.6.2.2.). En ambos casos la altura de las mercancías a adoptar será la que corresponde al valor nominal de las cargas verticales.
- 2) No se consideran modos de parada operativa asociados a las cargas de estacionamiento y almacenamiento, aunque si que debe considerarse la actuación simultánea de dichas acciones en la verificación de la obra en cualquiera de las condiciones de trabajo operativas que se analicen (operación de atraque, permanencia de buques, ...). En esos casos no se considerará que las cargas y sobrecargas de estacionamiento y almacenamiento son las cargas variables predominantes de la combinación de acciones al haberse adoptado el valor de combinación igual al valor característico.
- 3) Para la verificación de modos de fallos adscritos a estados límite últimos en condiciones de trabajo excepcionales (CT3,1 y CT3,2) se adoptará el valor frecuente o el valor cuasi-permanente en función de que las cargas de estacionamiento y almacenamiento se consideren o no las cargas variables predominantes para el modo de fallo analizado.

TABLA 4.6.4.8. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS CARGAS TRANSMITIDAS POR EQUIPOS DE MANIPULACION DE MERCANCIAS FIJOS Y DE MOVILIDAD RESTRINGIDA (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos con probabilidades de fallo menores del 5 % en la correspondiente condición de trabajo)

CONDICION DE TRABAJO	Valor Característico (q _{0,211k})	Valor de Combinación (Ψ ₀ q _{0,211k})	Valor Frecuente (Ψ ₁ q _{0,211k})	Valor Cuasi-permanente (Ψ ₂ q _{0,211k})
Condiciones de Trabajo Operativas correspondiente al estado límite de realización de las operaciones de carga y descarga con buque atracado (CT1,1)¹⁾	Límites operativos establecidos para las operaciones de carga y descarga con buque atracado (carga más desfavorable transmitida por equipo en condiciones de servicio = [valores nominales de (peso propio + elevación de carga + efectos inerciales) + velocidad del viento límite de operatividad para realizar estas operaciones. En general V _{v,3s} =24 m/s si el viento es el agente predominante para la definición del estado límite ²⁾			
Condiciones de Trabajo Extremas³⁾ (CT2)	Cargas más desfavorables transmitida por el equipo en situación fuera de servicio [valor nominal del peso propio + velocidad del viento correspondiente a:			
	Cuantil del 98 % de la función de distribución de extremos anuales ⁴⁾ (T _R =50 años)	Cuantil del 80 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R = 5 años)	-----	-----
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de viento extraordinario (CT3,1)	Cargas más desfavorables transmitida por el equipo en situación fuera de servicio = valor nominal del peso propio + velocidad del viento correspondiente a:			
	Cuantil del 99.8 % de la función de distribución de extremos anuales (T _R =500 años)	-----	-----	-----
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción accidental que no sea sismo o viento extraordinario⁵⁾ (CT3,2)	Cargas más desfavorables transmitidas por el equipo tanto en situación servicio como fuera de servicio = valor nominal del peso propio + valor cuasi-permanente de las cargas de elevación y efectos inerciales asociados (0.8 valores nominales) cuando se considere situación servicio+ velocidad del viento correspondiente a:			
			Probabilidad de excedencia del 85 % tomada del régimen medio	Probabilidad de excedencia del 50 % tomada del régimen medio
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción sísmica (CT3,31 y CT3,32)	Cargas más desfavorables transmitidas por el equipo tanto en situación servicio como fuera de servicio = valor nominal del peso propio + valor cuasi-permanente de las cargas de elevación y efectos inerciales asociados (0.8 valores nominales) cuando se considere situación servicio+ velocidad del viento correspondiente a:			
				Probabilidad de excedencia del 50 % tomada del régimen medio ⁶⁾

NOTAS

- En otras condiciones normales de operación correspondientes a los estados límites de operaciones de atraque y de permanencia de buques en el atraque sin realizar operaciones de carga y descarga se considerará, cuando corresponda, la actuación simultánea de cargas transmitidas por equipos de manipulación fijos y de movilidad restringida. En estos casos se considerará que el equipo está fuera de servicio, siendo de aplicación los valores representativos definidos para condiciones extremas, adoptando como velocidad del viento la correspondiente al estado meteorológico de proyecto en las condiciones operativas consideradas.
- Si el agente predominante para la definición del estado límite de realización de las operaciones de carga y descarga es otro agente climático (p.e. el oleaje que produce la agitación máxima compatible con las operaciones de carga y descarga) se adoptará la velocidad del viento compatible con el valor considerado para dicho agente (ver apartado 4.6.2.1).
- Se adoptará como valor representativo el valor característico cuando el viento sea el agente climático predominante para el modo de fallo analizado. En el caso de que el viento no fuera el agente climático predominante se adoptará el valor de combinación, salvo que el viento sea dependiente del agente climático predominante en cuyo caso se considerará el valor compatible con el adoptado para dicho agente (Ver tabla 4.6.2.2)
- Si el viento es el agente climático predominante en el modo de fallo considerado, para probabilidades de fallo mayores del 5% , el valor característico en condiciones extremas será el obtenido considerando una velocidad del viento cuya probabilidad de excedencia en la fase de proyecto analizada sea igual a la probabilidad de fallo considerada. Si el viento no es el agente climático predominante ver tabla 4.6.2.2.
- Se adoptará como valor representativo el valor frecuente cuando el viento sea el agente climático predominante para el modo de fallo analizado. En el caso de que el viento no fuera el agente climático predominante se adoptará el valor cuasi-permanente, salvo que el viento sea dependiente del agente climático predominante en cuyo caso se considerará para el viento el valor compatible con el adoptado para dicho agente. (Ver tabla 4.6.2.2). En aquellos casos en los que la acción accidental esté asociada a un determinado estado meteorológico y correlacionada con el viento se considerará la velocidad del viento correspondiente a dicho estado.
- En el caso de que el viento no sea el agente climático predominante y sea dependiente de este último se considerará para el viento el valor compatible con el adoptado para el predominante (Ver tabla 4.6.2.2).
- El proyectista evaluará la incertidumbre estadística asociada a los datos disponibles con los que se ha estimado las funciones de distribución de la velocidad del viento. Salvo justificación detallada, para la obtención de los valores representativos de las cargas transmitidas por los equipos de manipulación se tomarán los valores superiores del intervalo de confianza del 90 %.

TABLA 4.6.4.13. VALORES REPRESENTATIVOS DE LAS CARGAS TRANSMITIDAS POR EQUIPOS DE MANIPULACION DE MERCANCIAS DE MOVILIDAD NO RES-TRINGIDA (GRUAS MOVILES) (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos)

CONDICION DE TRABAJO	Valor Característico (q _{0,211k})	Valor de Combinación (Ψ ₀ q _{0,211k})	Valor Frecuente (Ψ ₁ q _{0,211k})	Valor Cuasi-permanente (Ψ ₂ q _{0,211k})
Condiciones de Trabajo Operativas correspondiente al estado límite de realización de las operaciones de carga y descarga con buque atracado (CT1,1)	Límites operativos establecidos para las operaciones de carga y descarga con buque atracado (carga más desfavorable transmitida por el equipo en condiciones de servicio = [valores nominales de (peso propio+ elevación de carga según alcance+ efectos inerciales) + velocidad del viento límite de operatividad para realizar estas operaciones. En general V _{v,3s} =24 m/s si el viento es el agente predominante para la definición del estado límite ¹⁾			
Condiciones de Trabajo Extremas (CT2)	-----	-----	-----	-----
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de viento extraordinario (CT3,1)	-----	-----	-----	-----
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción accidental que no sea sismo o viento extraordinario²⁾ (CT3,2)	Cargas más desfavorables transmitidas por el equipo en situación de servicio = valor nominal del peso propio + valor cuasi-permanente de las cargas de elevación según alcance y efectos inerciales asociados (0.8 valores nominales) + velocidad del viento correspondiente a:			
	-----	-----	Probabilidad de excedencia del 85 % tomada del régimen medio	Probabilidad de excedencia del 50 % tomada del régimen medio
Condiciones de Trabajo Excepcionales debidas a la presentación de una acción sísmica (CT3,31 y CT3,32)	Cargas más desfavorables transmitidas por el equipo en situación de servicio = valor nominal del peso propio + valor cuasi-permanente de las cargas de elevación según alcance y efectos inerciales asociados (0.8 valores nominales) + velocidad del viento correspondiente a:			
	-----	-----	-----	Probabilidad de excedencia del 50 % tomada del régimen medio ³⁾

NOTAS

- Si el agente predominante para la definición del estado límite de realización de las operaciones de carga y descarga es otro agente climático (p.e. el oleaje que produce la agitación máxima compatible con las operaciones de carga y descarga) se adoptará la velocidad del viento compatible con el valor considerado para dicho agente (ver apartado 4.6.2.1).
- Se adoptará como valor representativo el valor frecuente cuando el viento sea el agente climático predominante para el modo de fallo analizado. En el caso de que el viento no fuera el agente climático predominante se adoptará el valor cuasi-permanente, salvo que el viento sea dependiente del agente climático predominante en cuyo caso se considerará para el viento el valor compatible con el adoptado para dicho agente. (Ver tabla 4.6.2.2).
- En el caso de que el viento no sea el agente climático predominante y sea dependiente de este último se considerará para el viento el valor compatible con el adoptado para el predominante (Ver tabla 4.6.2.2)
- El proyectista evaluará la incertidumbre estadística asociada a los datos disponibles con los que se ha estimado las funciones de distribución de la velocidad del viento. Salvo justificación detallada, para la obtención de los valores representativos de las cargas transmitidas por los equipos de manipulación se tomarán los valores superiores del intervalo de confianza del 90 %.

13. COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARCIALES DE LAS ACCIONES

En el presente proyecto se han realizado los cálculos justificativos atendiendo a las recomendaciones ROM 0.5-05.

Según éstas se han de verificar modos de fallo correspondientes a Estados Límites Últimos mediante los cálculos de Nivel I. Para ello se introducen en las acciones, al combinarlas, coeficientes de ponderación parciales de la siguiente forma:

$$\gamma_g \cdot G + \gamma_{q,1} \cdot Q_1 + \sum \Psi_{0,i} \cdot \gamma_{q,i} \cdot Q_i \quad \text{para } i \text{ entre } n \text{ y } 2$$

donde:

$$G = \text{acciones permanentes}$$

- Q = acción variable principal o predominante en la ocurrencia del modo de fallo y acciones variables de actuación simultánea directamente dependientes de la predominante.
- Q_i = otras acciones variables de actuación simultánea compatibles con predominante e independientes estadísticamente de la misma.
- $\Psi_{0,i}$ = coeficiente de compatibilidad fundamental o característico.
- γ_g, γ_q = coeficientes de ponderación parciales.

Los coeficientes de ponderación de las acciones sólo se considerarán en las combinaciones fundamentales o características. En las combinaciones cuasi-permanentes, las accidentales y las sísmicas no se consideran coeficientes de ponderación de las acciones.

La mayoración de acciones para el caso de combinaciones fundamentales se realizará con coeficientes distintos según el tipo de agente causante de la acción, de su clasificación temporal (permanente o variable), de su sentido de participación en la ocurrencia del modo (favorable o desfavorable), así como del tipo de modo de fallo considerado.

En la siguiente tabla se indican los coeficientes de ponderación parciales de las acciones recomendados en la ROM 0.5-05.

Acción	Símbolo	Tipo de modo de fallo				
		EQU	STR	GEO	UPL	HYD
Permanente	γ_g					
Desfavorable		1,10	1,35	1,00	1,00	1,35
Favorable		0,90	1,00	1,00	0,90	0,90
Variable	γ_q					
Desfavorable		1,50	1,50	1,30	1,50	1,50
Favorable		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00