UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA ADECUACIÓN DEL DIQUE DE ABRIGO DE PORT FÒRUM (BARCELONA)

ANEJO 3. CRITERIOS GENERALES DEL PROYECTO

Autor: Alejandro Folch Ruiz
Tutora: María Esther Gómez Martín

Valencia, septiembre de 2019

ÍNDICE

1. OBJETO 3
2. CARÁCTER GENERAL DE LA OBRA 4
2.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA (IRE) 4
2.1.1. Coste C_{RD} 4
2.1.2. Coste C_{RI} 4
2.1.3. Coste C_0 5
2.1.4. Cálculo del IRE 5
2.1.5. Vida útil de la obra 6
2.2. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL (ISA) 6
2.2.1. Subíndice ISA_1 6
2.2.2. Subíndice ISA_2 7
2.2.3. Subíndice ISA_3 7
2.2.4. Cálculo del ISA 8
2.2.5. Probabilidad conjunta de fallo 8
3. PERIODO DE RETORNO DE LA OBRA 9
4. CARÁCTER OPERATIVO DE LA OBRA 10
4.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA OPERATIVO (IREO) 10
4.1.1. Coeficiente de simultaneidad (D) 10
4.1.2. Coeficiente de intensidad (E) 10
4.1.3. Coeficiente de adaptabilidad (F) 11
4.1.4. Cálculo del IREO 11
4.1.5. Operatividad mínima 11
4.2. INDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL OPERATIVO (ISAO) 11
4.2.1. Número de paradas operativas 12
4.3. DURACIÓN MÁXIMA DE UNA PARADA 12
5. COMPROBACIONES 14
6. REFERENCIAS 18

1. OBJETO

El objeto de este anejo es establecer el carácter general y el carácter operativo de las obras de adecuación del dique de abrigo de Port Fòrum.

En función del carácter general de la obra se establecerán:

- La vida útil mínima de obras definidas
- La máxima probabilidad conjunta de fallo del tramo y el nivel de operatividad
- 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
- Los planes de conservación, inspección, auscultación e instrumentación del tramo de obra

En función del carácter operativo de la obra marítima, se recomiendan en el intervalo de tiempo considerado, que por lo general será de un año:

- La operatividad mínima
- El número medio de paradas operativas
- La duración máxima de una parada operativa

Figura 1. Valores recomendados para los criterios generales de proyecto. Fuente: ROM 0.0-01.

2. CARÁCTER GENERAL DE LA OBRA

Según la ROM 0.0-01, la importancia de un tramo de obra marítima, así como la repercusión económica, social y ambiental generada en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad se valorará por medio del carácter general del tramo. Para determinar el carácter general de la obra, se emplearán los siguientes índices:

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

2.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA (IRE)

El IRE se define por la siguiente expresión:

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

Donde:

- C_{RD}: valora cuantitativamente las repercusiones económicas por reconstrucción de la obra
- C_{RI}: valora cuantitativamente las repercusiones económicas por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con la obra, esperables, en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la misma.
- C_0: es un parámetro de adimensionalización.

2.1.1. Coste C_{RD}

Es el coste de inversión de las obras de reconstrucción de la obra marítima a su estado previo, en el año en que se valoren los costes por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con la obra. A falta de estudios de detalle, simplificadamente, podrá considerarse que este coste es igual a la inversión inicial debidamente actualizada al año citado.

2.1.2. Coste C_{RI}

En este caso, no se puede realizar una determinación detallada de C_{RI} por razones de complejidad desproporcionada respecto a la magnitud de la obra o por falta de estudios previos. Entonces, el cociente C_{RI}/C_0, se puede estimar cualitativamente y de forma aproximada, mediante la ecuación siguiente:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = (C) \cdot [(A) + (B)]$$

Donde:

- (A): valora el ámbito del sistema económico productivo
- (B): valora la importancia estratégica del sistema económico y productivo
- (C): valora la importancia de la obra para el sistema económico y productivo al que sirve.

El coeficiente de ámbito del sistema (A) se valora asignando los siguientes valores en función del ámbito correspondiente:

Ámbito	Valor asignado
Local	1
Regional	**2**
Nacional/Internacional	5

Tabla 1. Valores del coeficiente de ámbito del sistema (A).

Port Fòrum es un puerto deportivo de ámbito regional.

El coeficiente de la importancia estratégica (B) se valora asignando los siguientes valores en función de la importancia correspondiente:

Importancia	Valor asignado
Irrelevante	0
Relevante	**2**
Esencial	5

Tabla 2. Valores del coeficiente de la importancia estratégica (B).

La importancia estratégica de Port Fòrum es relevante.

El coeficiente de la importancia económica (C) se valora asignando los siguientes valores en función de la importancia correspondiente:

Importancia	Valor asignado
Irrelevante	0
Relevante	**1**
Esencial	2

Tabla 3. Valores del coeficiente de la importancia económica (C).

La importancia económica de Port Fòrum es relevante.

Finalmente, la estimación del cociente C_{RI}/C_0 es la siguiente:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = (C) \cdot [(A) + (B)] = 1 \cdot [2 + 2] = 4$$

2.1.3. Coste C_0

Su valor depende de la estructura económica y del nivel de desarrollo del país donde se construya la obra variando con el transcurso del tiempo. En España, para el año horizonte en el que se valoran los costes C_{RD} y C_{RI}, C_0 toma el valor de 3 millones de euros.

2.1.4. Cálculo del IRE

Ya se puede calcular el índice de repercusión económica. Se considerará un índice C_{RD}, igual a 15 millones de euros.

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} = \frac{C_{RD}}{C_0} + \frac{C_{RI}}{C_0} = \frac{30\ M\ €}{3\ M\ €} + 4 = 9$$

Por último, en función del Índice de Repercusión Económica (IRE) obtenido, las obras marítimas se clasificarán en:

R_1 → IRE ≤ 5	Obras con repercusión económica baja
R2 → 5 < IRE ≤ 20	**Obras con repercusión económica media**
R3 → IRE > 20	Obras con repercusión económica alta

Tabla 4. Clasificación de las obras en función del IRE.

Por lo tanto, se trata de una obra con repercusión económica media (R_2).

2.1.5. Vida útil de la obra

La vida útil es la duración estimada que la obra puede tener, cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creada. Según la ROM 0.0-01, la vida útil, V_m, será como mínimo el valor consignado en la tabla siguiente en función del índice de repercusión económica (IRE) de la obra marítima.

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

Tabla 5. Vida útil mínima en fase de proyecto servicio. Fuente: ROM 0.0-01.

Por lo tanto, se establece una vida útil mínima de 25 años.

2.2. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL (ISA)

Estima de manera cualitativa el impacto social y ambiental esperable en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la obra marítima. El ISA se define por el sumatorio de tres subíndices:

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

Donde:

- ISA_1: es el subíndice de posibilidad y alcance de pérdidas humanas
- ISA_2: es el subíndice de daños en el medio ambiente y en el patrimonio histórico artístico.
- ISA_3: es el subíndice de alarma social.

2.2.1. Subíndice ISA_1

Se asignarán los siguientes valores en función de la posibilidad y alcance de pérdidas humanas.

	Valor	Descripción
Remoto	0	Es improbable que se produzcan daños a personas
Bajo	**3**	**La pérdida de vidas humanas es posible pero poco probable (accidental), afectando a pocas personas**

Alto	10	La pérdida de vidas humanas es muy probable pero afectando a un número no elevado de personas
Catastrófico	20	La pérdida de vidas humanas y daños a las personas es tan grave que afecta a la capacidad de respuesta regional

Tabla 6. Valores del subíndice ISA_1.

La posibilidad y alcance de pérdidas humanas es baja, por lo que el subíndice ISA_1 adquiere un valor de 3.

2.2.2. Subíndice ISA_2

Se asignarán los siguientes valores en función de la posibilidad, persistencia e irreversibilidad de daños en el medio ambiente o en el patrimonio histórico-artístico.

	Valor	Descripción
Remoto	0	Es improbable que se produzcan daños a personas
Bajo	2	Daños leves reversibles (en menos de un año) o pérdidas de elementos de escaso valor.
Medio	**4**	**Daños importantes pero reversibles (en menos de cinco años) o pérdidas de elementos significativos del patrimonio.**
Alto	8	Daños irreversibles al ecosistema o pérdidas de unos pocos elementos muy importantes del patrimonio.
Muy alto	15	Daños irreversibles al ecosistema, implicando la extinción de especias protegidas o la destrucción de espacios naturales protegidos o un número elevado de elementos importantes del patrimonio.

Tabla 7. Valores del subíndice ISA_2.

En este caso, la probabilidad es baja y el subíndice ISA_2 adquiere un valor de 4.

2.2.3. Subíndice ISA_3

Se asignarán los siguientes valores en función de la intensidad de la alarma social generada.

	Valor	Descripción
Bajo	**0**	**No hay indicios de que pueda existir una alarma social significativa asociada al fallo de la estructura**
Medio	5	Alarma social mínima asociada a valores de los subíndices ISA_1 e ISA_2 altos
Alto	10	Alarma social mínima debida a valores de los subíndices ISA_1, catastrófico e ISA_2, muy alto
Máximo	15	Alarma social máxima

Tabla 8. Valores del subíndice ISA_3.

Según lo especificado, la intensidad de alarma social es baja y el subíndice ISA_3 tomará un valor de 0.

2.2.4. Cálculo del ISA

Ya se puede calcular el índice de repercusión social y ambiental:

$$ISA = \sum_{i=1}^{3} ISA_i = ISA_1 + ISA_2 + ISA_3 = 3 + 4 + 0 = 7$$

Por último, en función del Índice de Repercusión Social y Ambiental (ISA) obtenido, las obras marítimas se clasificarán en:

S_1 → ISA < 5	Obras sin repercusión social y ambiental significativa
S_2 → 5 ≤ ISA < 20	**Obras con repercusión social y ambiental baja**
S_3 → 20 ≤ ISA < 30	Obras con repercusión social y ambiental alta
S_4 → ISA > 30	Obras con repercusión social y ambiental muy alta

Tabla 9. Clasificación de las obras en función del ISA.

Por lo tanto, se trata de una obra con repercusión social y ambiental baja (S_2).

2.2.5. Probabilidad conjunta de fallo

Según la ROM 0.0-01, la probabilidad conjunta de fallo, $p_{f,ELU}$, del tramo de obra, frente a los modos de fallo principales adscritos a los estados límite últimos no podrá exceder los valores consignados en la tabla siguiente, durante su vida útil.

ISA	< 5	5 -19	20 -29	≥ 30
$P_{f_{ELU}}$	0.20	0.10	0.01	0.0001
β_{ELU}	0.84	1.28	2.32	3.71

Tabla 10. Máxima probabilidad conjunta de fallo en fase de servicio para los E.L.U. Fuente: ROM 0.0-01.

Como se tiene un valor de ISA igual a 7, la probabilidad conjunta de fallo en Estado Límite Último es 0,10.

3. PERIODO DE RETORNO DE LA OBRA

En un tramo de obra cuyo carácter general es IRE ≤ 20 e ISA < 20, será suficiente evaluar su seguridad frente a los modos de fallo principales. El cálculo de la probabilidad de fallo se hará según se detalla en los siguientes apartados.

$$p_{n,V} = 1 - [F_X(x)]^V = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^V$$

Donde:

- $p_{n,V}$: es la probabilidad de fallo de la obra
- V: vida útil

$$p_{n,V} = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^V \rightarrow 0{,}10 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^{25} \rightarrow T_R = 238\ años$$

Como se observa, el periodo de retorno (T_R) de la obra es de 238 años.

4. CARÁCTER OPERATIVO DE LA OBRA

Según la ROM 0.0-01, las repercusiones económicas y los impactos social y ambiental que se producen cuando una obra marítima deja de operar o reduce su nivel de operatividad, se valorarán por medio de su carácter operativo. Éste se evaluará seleccionando de entre los modos principales de parada operativa, aquel que proporcione el nivel mínimo de operatividad.

El carácter operativo de una obra marítima se establecerá en función de los siguientes índices:

- Índice de repercusión económica operativo, IREO
- Índice de repercusión social y ambiental operativo, ISAO

4.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA OPERATIVO (IREO)

Este índice valora los costes ocasionados por la parada operativa de un tramo de obra. En este caso, el valor del IREO puede estimarse de forma cualitativa con la siguiente ecuación:

$$IREO = (F) \cdot [(D) + (E)]$$

Donde (D), (E) y (F), evalúan la simultaneidad, intensidad y adaptabilidad de la demanda a la situación de parada.

4.1.1. Coeficiente de simultaneidad (D)

Caracteriza la simultaneidad del periodo de la demanda afectado por la obra y con el periodo de intensidad del agente que define el nivel de servicio. La simultaneidad se valorará por:

Simultaneidad	Valor asignado
Periodos no simultáneos	0
Periodos simultáneos	**5**

Tabla 11. Valores del coeficiente de simultaneidad (D).

En este caso, los periodos son simultáneos.

4.1.2. Coeficiente de intensidad (E)

Caracteriza la intensidad de uso de la demanda en el periodo de tiempo considerado, de acuerdo con la siguiente tabla:

Intensidad	Valor asignado
Poco intensivo	0
Intensivo	**3**
Muy intensivo	5

Tabla 12. Valores del coeficiente de intensidad (E).

El coeficiente de intensidad adoptará un valor de 3.

4.1.3. Coeficiente de adaptabilidad (F)

Caracteriza la adaptabilidad de la demanda y del entorno económico al modo de parada operativa, según los siguientes valores:

Adaptabilidad	Valor asignado
Adaptabilidad alta	0
Adaptabilidad media	1
Adaptabilidad baja	**3**

Tabla 13. Valores del coeficiente de adaptabilidad (F).

El coeficiente de adaptabilidad tomará un valor de 3.

4.1.4. Cálculo del IREO

Ya se está en condiciones de calcular el índice de repercusión económica operativo:

$$IREO = (F) \cdot [(D) + (E)] = 3 \cdot [5 + 3] = 3 \cdot 8 = 24$$

Por último, en función del valor del Índice de Repercusión Económica Operativo, las obras marítimas se clasificarán en:

$R_{O,1}$ → IREO ≤ 5	Obras con repercusión económica operativa baja
$R_{O,2}$ → 5 < IREO ≤ 20	Obras con repercusión económica operativa media
$R_{O,3}$ → IREO > 20	**Obras con repercusión económica operativa alta**

Tabla 14. Clasificación de las obras en función del IREO.

Así pues, se trata de una obra de repercusión económica operativa alta ($R_{O,3}$).

4.1.5. Operatividad mínima

Según la ROM 0.0-01, la operatividad del tramo frente a los modos principales adscritos a los estados límite de parada en condiciones de trabajo operativas normales será, como mínimo, el valor consignado en la tabla siguiente, en función del IREO

IREO	≤ 5	6 - 20	> 20
Operatividad, $r_{f,ELO}$	0.85	0.95	0.99
β_{ELO}	1.04	1.65	2.32

Tabla 15. Operatividad mínima en fase de servicio. Fuente: ROM 0.0-01.

Dado que se tiene un valor de IREO igual a 24, la operatividad mínima será de 0,99.

4.2. INDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL OPERATIVO (ISAO)

Estima de manera cualitativa el impacto social y ambiental esperable en el caso de producirse un modo de parada operativa de la obra marítima. El ISAO se define por el sumatorio de tres subíndices:

$$ISAO = \sum_{i=1}^{3} ISAO_i$$

Donde:

- $ISAO_1$: es el subíndice de posibilidad y alcance de pérdidas humanas
- $ISAO_2$: es el subíndice de daños en el medio ambiente y en el patrimonio histórico-artístico
- $ISAO_3$: es el subíndice de alama social.

El procedimiento para calcular cada uno de los tres subíndices es el mismo que en el apartado 2.2. Por lo tanto, se obtendrán los mismos valores en los tres subíndices y el mismo resultado para el Índice de Repercusión Social y Ambiental Operativo.

$$ISAO = \sum_{i=1}^{3} ISAO_i = ISAO_1 + ISAO_2 + ISAO_3 = 3 + 4 + 0 = 7$$

En función del ISAO obtenido, las obras marítimas se clasificarán en:

$S_{O,1}$ → ISAO < 5	Obras sin repercusión social y ambiental significativa
$S_{O,2}$ → 5 ≤ ISAO < 20	**Obras con repercusión social y ambiental baja**
$S_{O,3}$ → 20 ≤ ISAO < 30	Obras con repercusión social y ambiental alta
$S_{O,4}$ → ISAO > 30	Obras con repercusión social y ambiental muy alta

Tabla 16. Clasificación de las obras en función del ISAO.

Por tanto, se trata de una obra con repercusión social y ambiental baja ($S_{O,2}$).

4.2.1. Número de paradas operativas

En el intervalo de tiempo que se especifique que, en general será el año, y para aquellos casos en los cuales no haya sido especificado a priori, el número medio de ocurrencias N_m, de todos los modos adscritos a los estados límite de parada, será, como máximo, el valor consignado en la tabla siguiente:

ISAO	< 5	5 -19	20 -29	≥ 30
Número	10	5	2	0

Tabla 17. Número medio de paradas operativas en el intervalo de tiempo. Fuente: ROM 0.0-01.

Atendiendo a un valor ISAO de 7, el número máximo de paradas operativas será de 5.

4.3. DURACIÓN MÁXIMA DE UNA PARADA

En la fase de servicio y para aquellos casos en los que no haya sido especificado a priori, la duración máxima probable expresada en horas, una vez producida la parada, no podrá exceder el valor consignado en la tabla siguiente, en función del IREO e ISAO del tramo de obra.

	ISAO			
IREO	< 5	5 - 19	20 - 29	≥ 20
≤ 5	24	12	6	0
6 - 20	12	6	3	0
≥ 20	6	3	1	0

Tabla 18. Duración máxima probable de una parada. Fuente: ROM 0.0-01.

Dado que se tiene un índice IREO = 24 y un índice ISAO = 7, la duración máxima de una parada operativa es de 3 horas.

5. COMPROBACIONES

En el apartado "2.8 Valores Recomendados para Obras de Abrigo y Defensa" de la ROM 1.0-09 se presentan en forma de tablas los valores del IRE e ISA y, en consecuencia, del carácter de algunas obras marítimas y portuarias que se proyectan y construyen habitualmente en España. Además, de acuerdo con la ROM 0.0 capítulo 2, sección 2.10 y la ROM 1.0-09 capítulo 2, sección 2.5.1, se proponen valores de su vida útil y probabilidad conjunta de fallo y parada.

A continuación, se mostrarán las tablas que aparecen y se comprobarán los resultados.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA			ÍNDICE IRE [7]		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V_m) [7] (años)
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Puertos abiertos a todo tipo de tráficos	r_3	Alto	50
		Puertos para tráficos especializados	$r_2(r_3)$ [1]	Medio (alto) [1]	25 (50) [1]
	PUERTO PESQUERO		r_2	Medio	25
	PUERTO NÁUTICO-DEPORTIVO		r_2	Medio	25
	INDUSTRIAL		$r_2(r_3)$ [1]	Medio (alto) [1]	25 (50) [1]
	MILITAR		$r_2(r_3)$ [2]	Medio (alto) [2]	25 (50) [2]
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES		r_2 (r_3) [3]	Medio (alto) [3]	25 (50) [3]
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES [4]		r_3	Alto	50
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO		$r_2(r_3)$ [5]	Medio (alto) [5]	25 (50) [5]
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES		$r_1(r_3)$ [6]	Bajo (alto) [5]	15 (50) [7]
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS		r_1	Bajo	15

1 El índice IRE se elevará a r_3 cuando el tráfico esté asociado con el suministro energético o con materia primas minerales estratégicos y no se disponga de instalaciones alternativas adecuadas para su manipulación y/o almacenamiento.

2 El índice IRE se elevará a r_3 cuando la instalación militar se considere esencial para la defensa nacional.

3 En obras de protección de rellenos o de defensa de márgenes se tomará un índice IRE igual al señalado para el área portuaria en que se localiza.

4 Se entienden como diques de defensa ante grandes inundaciones, aquéllos que en caso de fallo podrían producir importantes inundaciones en el territorio.

5 El índice IRE se elevará a r_3 cuando la toma de agua o el punto de vertido esté asociado con el abastecimiento de agua para uso urbano o con la producción energética.

6 El índice IRE se elevará a r_2 cuando en su zona de afección se localicen edificaciones o instalaciones industriales.

7 Los índices inferiores a r_3 de la tabla se elevarán un grado por cada 30 M€ de coste de inversión inicial de la obra de abrigo.

Tabla 19. IRE, ISA y vida útil mínima en función del tipo de área abrigada. Fuente: ROM 1.0-09.

Para un puerto náutico-deportivo, la recomendación es que el índice IRE sea de carácter medio (R_2) y la vida útil mínima igual a 25 años.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA				ÍNDICE ISA		$P_{f,ELU}$	$P_{f,ELS}$
ÁREAS PORTUARIAS	COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique [1]	Mercancías peligrosas [2]	s_3	Alto	0.01	0.07
			Pasajeros y Mercancías no peligrosas [1]	s_2	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique		s_1	No significativo	0.20	0.20
	PESQUERO	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_2	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_1	No signif.	0.20	0.20
	NÁUTICO-DEPORT.	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_2	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_1	No signif.	0.20	0.20
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique [1]	Mercancías peligrosas [2]	s_3	Alto	0.01	0.07
			Mercancías no peligrosas	s_2	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique		s_1	No significativo	0.20	0.20
	MILITAR	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique [1]		s_3	Alto	0.01	0.07
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_1	No signif.	0.20	0.20
	PROTECCIÓN *	Con zonas de almacenamiento adosadas al dique [1]	Mercancías peligrosas [2]	s_3	Alto	0.01	0.07
			Mercancías no peligrosas	s_2	Bajo	0.10	0.10
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES [3]			s_4	Muy alto	0.0001	0.07
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO			s_2 (s_3) [4]	Bajo (alto) [4]	0.10 0.0001	0.10 0.07
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			s_2 (s_4) [5]	Bajo (muy alto) [5]	0.10 0.0001	0.10 0.07
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			s_1	No signif.	0.20	0.20

* PROTECCIÓN DE RELLENOS O MÁRGENES.

1 En el caso de que en la superficie adosada al dique 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 abrigo, se considerará un índice ISA muy alto (s_4) ($p_{f,ELU}$=0.0001; $p_{f,ELS}$ = 0,007).

2 Se consideran mercancías peligrosas los grupos de de sustancias prioritarias incluidas en el anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2004/479/CE), y en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 145/1989). (Ver ROM 5.1-05).

3 Se entiende como diques de defensa ante grandes inundaciones, aquéllos que en caso de fallo podrían producir importantes inundaciones en el territorio.

4 El índice ISA se elevará a s_3 cuando la toma de agua o el punto de vertido estén asociados con el abastecimiento de agua para uso urbano o industrial o con la producción energética.

5 El índice ISA se elevará a s_4 cuando en caso de fallo pudieran resultar afectadas edificaciones u otras instalaciones industriales.

Tabla 20. ISA y probabilidad conjunta de fallo para ELU y ELS. Fuente: ROM 1.0-09.

En este caso, depende si el área abrigada posee zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique. Inicialmente se obtuvo un valor del índice ISA bajo (S_2), que

correspondería con un área abrigada con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique. Sin embargo, a pesar de que inicialmente la obra de adecuación no va a transformar el dique a dicho uso, se va a mantener el índice ISA bajo, tal y como se calculó en el apartado 2.2.4 de este anejo.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA				ÍNDICE IREO		$r_{f,ELO}$
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase		r_{o3}	Alto	0.99
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique con adosadas a las que no les afecte el rebase	Con tráfico de graneles	r_{o2} [2]	Medio	0.95 [1]
			Con tráficos de pasajeros y de mercancía general regulares	r_{o3} [2]	Alto	0.99 [1]
			Con tráficos de mercancía general tramp	r_{o2} [2]	Medio	0.95 [1]
	PUERTO PESQUERO			r_{o3}	Alto	0.99 [1]
	PUERTO NÁUTICO-DEPORTIVO			r_{o3}	Alto	0.99 [1]
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase		r_{o3}	Alto	0.99
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase		r_{o2}	Medio	0.95 [1]
	MILITAR			r_{o3}	Alto	0.99
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES			r_{o3}	Alto	0.99
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES			r_{o3}	Alto	0.99
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO			r_{o3} (r_{o2}) [3]	Alto (medio) [3]	0.99 (0.95) [3]
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			r_{o1} (r_{o3}) [4]	Bajo (alto) [4]	0.85 (0.99) [4]
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			r_{o1}	Bajo	0.85

1 En el caso de que los tráficos sean estacionales, la operatividad mínima se referirá a dicho periodo.
2 En el caso de que la intensidad de la demanda sea pequeña (grado de utilización del área abrigada < 40%) los índices obtenidos podrán reducirse un grado.
3 El índice IREO podrá reducirse a r_{02} cuando pueda considerarse que la demanda puede adaptarse a la parada operativa.
4 El índice IREO deberá aumentarse a r_{03} cuando su zona de afección sea urbana o industrial.

Tabla 21. IREO y operatividad mínima. Fuente: ROM 1.0-09.

En un área portuaria de tipo náutico-deportiva, se recomienda un índice IREO alto ($R_{O,3}$), que atiende a una operatividad mínima de 0,99. Se comprueba que coincide con lo obtenido en el apartado 4.1.5. de este anejo.

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA				ÍNDICE ISAO		N_m
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase	Mercancías peligrosas [1]	s_{o3}	Alto	2
			Pasajeros y Mercancías no peligrosas	s_{o2}	Bajo	5
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique o sólo con las que no les afecte el rebase		s_{o1}	No signif.	10
	PUERTO PESQUERO			s_{o2}	Bajo	5
	PUERTO NÁUTICO-DEPORTIVO			s_{o2}	Bajo	5
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase	Mercancías peligrosas [1]	s_{o3}	Alto	2
			Mercancías no peligrosas	s_{o2}	Bajo	5
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique o adosadas a las que no les afecte el rebase		s_{o1}	No signif.	10
	MILITAR	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique a las que afecte el rebase		s_{o3}	Alto	2
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s_{o1}	No signif.	10
	PROTEC-CIÓN*	Con zonas de almacenamiento adosadas al dique a las que afecte el rebase	Mercancías peligrosas [1]	r_{o3}	Alto	2
			Mercancías no peligrosas	s_{o2}	Bajo	5
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES			s_{o4}	Muy alto	0
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO			s_{o2} $(s_{o3})^2$	Bajo (alto)[3]	5 (2)
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			s_{o1} $(s_{o3})^3$	No signif. (alto)[3]	10 $(2)^3$
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			s_{o1}	No signif.	10

* PROTECCIÓN DE RELLENOS O MÁRGENES.

1 Se considerarán mercancías peligrosas los grupos de sustancias prioritarias incluidas en el anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CEE), 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). (Vre ROM 5.1).

2 El índice ISAO se elevará a s_{o2} cuando la parada operativa pueda tener importantes consecuencias medioambientales.

3 El índice IREO deberá aumentarse a s_{o3} cuando su zona de afección sea urbana o industrial.

Tabla 22. ISAO y número máximo de paradas anuales. Fuente ROM 1.0-09.

Finalmente, en un puerto náutico-deportivo, se recomienda un índice ISAO bajo ($S_{O,2}$), que supone un número máximo de paradas anuales de 5. En el apartado 4.2.1. de este anejo se ha obtenido el mismo resultado.

Por lo tanto, los valores obtenidos se consideran correctos porque se ajustan a los que se han calculado anteriormente.

6. REFERENCIAS

PUERTOS DEL ESTADO (2001). *ROM 0.0-01, Procedimiento General y Bases de Cálculo para Proyectos en Obras Marítimas (Parte I)*. Madrid: Gráficas Calima. <http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%200.0-01.pdf> [Consulta: 09/07/2019]

PUERTOS DEL ESTADO (2009). *ROM 1.0-09, Diques de Abrigo contra las Oscilaciones del Mar (Parte I): Bases y Factores del Proyecto*. Madrid: V.A. Impresores S.A. <http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%201.0-09.pdf> [Consulta: 09/07/2019]