

# Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

## Práctica III: Discusión Técnica

AMF, RBM

Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales, Universidad de Granada

Curso 2016-2017

### Planteamiento

Se contempla la instalación de un parque eólico off-shore en la zona de la playa de Carchuna (Granada), figura 1. Como primer paso, se elabora un estudio para conocer el conjunto de factores de proyecto que actuarían sobre una solución técnica preliminar, en la que una posible opción sería que los aerogeneradores se encontrasen instalados sobre diques exentos alineados con el tramo de costa.



Figura 1: Playa de Carchuna (Granada).

## Objetivo

Con el planteamiento anterior, el objetivo es preparar una solución preliminar de proyecto que, en su caso, permita determinar la viabilidad de una solución final. Con ese fin, deben tomarse en consideración:

1. El carácter general de la obra.
2. La fiabilidad, funcionalidad y operatividad de la misma en función de los agentes dominantes y de la solución técnica propuesta.
3. La viabilidad técnica desde el punto de vista no sólo de la ejecución, sino también de la explotación y conservación.

## Discusión

### Grupo 1: Carácter general de la obra.

- Definir el carácter de la obra.
- Indicar la vida útil de la obra y otros datos de interés relativos a paradas operativas admisibles, etc.

### Grupo 2: Agentes de proyecto.

- Caracterizar los agentes del medio físico y del terreno.
- Caracterizar agentes y medios relativos al proceso constructivo.
- Identificar de forma preliminar los agentes de uso y explotación previstos.

Nota: en caso de ser necesario, solicitar datos de batimetría y puntos SIMAR a los profesores de la asignatura.

### Grupo 3: Tipología preliminar.

- Plantear y justificar la elección de una solución técnica preliminar.
- Identificar modos de fallo principales y los estados límite correspondientes.

Nota: tener en cuenta que los estados límite representan una condición de trabajo durante la cual los descriptores de los agentes superan ciertos umbrales, los cuales derivan en modos de fallo o parada.

### Grupo 4: Uso y explotación.

- Requerimientos y condicionantes que ha de satisfacer la solución existente, tanto en términos de la obra marítima como del aprovechamiento energético.
- Situar la producción energética prevista en el contexto de la red eléctrica local de suministro: infraestructura existente y posible distribución.
- Indicar la posible interacción de la solución planteada con la dinámica litoral.

## Orientación para la preparación del debate

1. El objetivo del debate es justificar las soluciones y propuestas planteadas para la obra marítima desde un punto de vista técnico, aportando algunos detalles específicos en función de los conocimientos relativos a estados límite y modos de fallo. Para la realización debería ser suficiente el conocimiento de algunos datos generales concernientes a los diversos enfoques planteados.
2. Se proporciona información relevante relativa a índices de repercusión conforme al criterio de las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM 0.0). Si bien todavía no han sido formalmente introducidos en clase, los contenidos que ahora se presentan son suficientes para una familiarización con su significado, así como para una estimación preliminar en caso de que se considere necesaria.

3. El desarrollo del debate consiste en:

- Un turno de 5 minutos para presentación de propuestas por parte de cada grupo.
- Un turno de alegaciones de hasta 5 minutos para cada grupo.
- Un turno de discusión y conclusiones de hasta 20 minutos en el que todos participan.

4. Es suficiente con la presentación oral de datos y referencias. Se deja al libre criterio de los participantes la preparación de cualquier otro tipo de presentación en un formato específico.

## Apéndices: Información Complementaria

### A. Carácter de la obra

Con frecuencia el proyecto de una obra marítima se decide a partir de estudios externos previos, en los que se analizan las repercusiones económicas, sociales y ambientales. En función de dichas repercusiones es posible definir los caracteres general y operativo de la obra marítima.

#### A.1. Carácter general. Índices IRE e ISA

El carácter general de la obra sirve para caracterizar la importancia de un tramo de obra marítima, así como la repercusión económica, social y ambiental en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad.

El carácter general se determina considerando un modo principal de fallo adscrito a un estado límite último que proporcione el índice más alto, encontrándose asociado a la seguridad. No obstante, hay casos en los que el carácter se establece en base a un modo principal de fallo adscrito a un estado límite de servicio, y por tanto se encontrará asociado a la funcionalidad.

El carácter general de la obra se determina a través del índice de repercusión económica IRE, y del índice de repercusión social y ambiental ISA:

- El IRE valora cuantitativamente las repercusiones económicas  $C_{RD}$  por reconstrucción de la obra, y por cese o afección de las actividades económicas  $C_{RI}$  directamente relacionadas con ellas y previsibles en caso de producirse la destrucción o pérdida de la operatividad total de la misma. El IRE se calcula como:

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} \quad (1)$$

siendo  $C_0$  un parámetro económico de adimensionalización. En función del valor del IRE las obras marítimas se clasifican conforme a los subintervalos  $R$  indicados en la tabla 1.

- El ISA estima cualitativamente el impacto social y ambiental esperable en caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la obra marítima, valorando la posibilidad y alcance de la pérdida de vidas humanas, daños al medio ambiente y al patrimonio histórico, y alarma social generada, toda vez que el fallo ocurre una vez que las actividades económicas directamente vinculadas a la obra se hallen consolidadas. El ISA se calcula como:

SUBINTERVALO	REPERCUSIÓN ECONÓMICA	IRE
$R_1$	baja	$IRE \leq 5$
$R_2$	media	$5 < IRE \leq 20$
$R_3$	alta	$IRE > 20$

Tabla 1: Clasificación de obras marítimas en función del IRE.

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i \quad (2)$$

en la cual  $ISA_1$  valora la posibilidad y alcance de vidas humanas,  $ISA_2$  valora los daños al medio ambiente y al patrimonio histórico, e  $ISA_3$  valora la alarma social. En función del ISA las obras marítimas se clasifican conforme a los subintervalos  $S$  indicados en la tabla 2.

SUBINTERVALO	REPERCUSIÓN SOCIAL	ISA
$S_1$	sin repercusión	$ISA < 5$
$S_2$	baja	$5 \leq ISA < 20$
$S_3$	media	$20 \leq ISA < 30$
$S_4$	alta	$ISA \geq 20$

Tabla 2: Clasificación de obras marítimas en función del ISA.

## A.2. Carácter operativo. Índices IREO e ISAO

El carácter operativo valora las repercusiones económicas y los impactos social y ambiental que se producen cuando una obra marítima deja de estar operativa o reduce el nivel de operatividad.

El carácter operativo de la obra marítima se otorga a todos los tramos cuya reducción o cancelación de la explotación, dé lugar a repercusiones, económicas, sociales y ambientales similares. A los tramos de obra cuya parada operativa implique repercusiones diferentes, se les podrá asigna un carácter específico.

A falta de otra determinación más específica, el carácter operativo de una obra se establece a través del índice de repercusión económica operativo IREO, y del índice de repercusión social y ambiental operativo ISAO:

- El IREO valora cuantitativamente los costes asociados a a la parada operativa de un tramo de obra. En función del valor del IREO las obras marítimas se clasifican según los subintervalos  $R_O$  indicados en la tabla 3.

SUBINTERVALO	REPERCUSIÓN ECONÓMICA OPERATIVA	IREO
$R_{O1}$	baja	$IREO \leq 5$
$R_{O2}$	media	$5 < IREO \leq 20$
$R_{O3}$	alta	$IREO > 20$

Tabla 3: Clasificación de obras marítimas en función del IREO.

- El ISAO estima de manera cualitativa la repercusión social y ambiental esperable, en caso de producirse un modo de parada operativa de la obra marítima, valorando la posibilidad y alcance de la pérdida de vidas humanas, daños al medio ambiente y al patrimonio histórico, y alarma social generada. El ISAO se calcula como:

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

en la cual  $ISAO_1$  valora la posibilidad y alcance de vidas humanas,  $ISAO_2$  valora los daños al medio ambiente y al patrimonio histórico, e  $ISAO_3$  valora la alarma social. En función del ISAO las obras marítimas se clasifican conforme a los subintervalos  $S_O$  indicados en la tabla 4.

En la mayoría de obras marítimas el ISAO es nulo dado que si hubiese impacto ambiental, éste cesaría con la parada operativa. No obstante, en el caso de emisarios submarinos, centrales térmicas, plantas desaladoras, etc., la repercusión por parada operativa puede ser importante, en cuyo caso  $ISAO \neq 0$ .

SUBINTERVALO	REPERCUSIÓN SOCIAL	ISAO
$S_{O1}$	sin repercusión	$ISAO < 5$
$S_{O2}$	baja	$5 \leq ISAO < 20$
$S_{O3}$	media	$20 \leq ISAO < 30$
$S_{O4}$	alta	$ISAO \geq 20$

Tabla 4: Clasificación de obras marítimas en función del ISAO.



## B. Cálculo de los índices de repercusión

Corresponde al promotor de la obra marítima ---público o privado---, especificar el carácter del tramo de obra ---caracteres general y operativo de la obra. Cuando no se proporciona una definición específica, el carácter se determinará en función de índices de repercusión cuyos valores se calculan de manera aproximada.

### B.1. Cálculo aproximado del IRE

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} \quad (4)$$

- $C_{RD}$  → Valora las repercusiones económicas por reconstrucción de la obra. Coste de las obras de reconstrucción a su estado previo. A falta de otros datos se considerarán los costes de construcción inicial, debidamente actualizados.
- $C_{RI}$  → Valora las repercusiones económicas por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con la obra. Se estima en términos de la pérdida de Valor Añadido Bruto ---VAB---, el cual representa el balance entre entradas y salidas del proceso productivo asociado al conjunto de actividades de la obra, es decir, la diferencia entre la fuerza laboral empleada y los excedentes empresariales generados.
- $C_0$  → Parámetro de adimensionalización. Su valor depende de la estructura económica y nivel de desarrollo económico del país. En España puede considerarse  $C_0 \simeq 3 \cdot 10^6 \text{€}$ .
- A efectos prácticos:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = C(A + B) \quad (5)$$

- $A$  → Cuantifica el ámbito del sistema productivo al cual sirve la obra. Valores:  $A = 1$  para ámbito local;  $A = 2$  para ámbito regional;  $A = 5$  para ámbito nacional/internacional.
- $B$  → Cuantifica la importancia estratégica del sistema económico y productivo al que sirve la obra. Valores:  $B = 0$  para irrelevante;  $B = 2$  para relevante;  $B = 5$  para esencial.
- $C$  → Cuantifica la importancia de la obra para el sistema económico y productivo. Valores:  $C = 1$  para irrelevante;  $C = 2$  para relevante;  $A = 5$  para esencial.

## B.2. Cálculo aproximado del ISA

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i \quad (6)$$

- $ISA_1 \rightarrow$  Posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas. Valores:  $ISA_1 = 0$  para remota;  $ISA_1 = 3$  para baja;  $ISA_1 = 10$  para alta;  $ISA_1 = 20$  para catastrófica.
- $ISA_2 \rightarrow$  Daños en el medio ambiente y en el patrimonio. Valores:  $ISA_2 = 0$  para remoto;  $ISA_2 = 2$  para bajo 3;  $ISA_2 = 4$  para medio;  $ISA_2 = 8$  para alto;  $ISA_2 = 15$  para muy alto.
- $ISA_3 \rightarrow$  Alarma social. Valores:  $ISA_3 = 0$  para baja;  $ISA_3 = 5$  para media;  $ISA_3 = 10$  para alta;  $ISA_3 = 15$  para máxima.

## B.3. Cálculo aproximado del IREO

$$IREO = F(D + E) \quad (7)$$

- $D \rightarrow$  Caracteriza la simultaneidad del periodo de demanda con el periodo de variación de reducción de operatividad. Valores:  $D = 0$  para no simultáneo;  $D = 5$  para simultáneo.
- $E \rightarrow$  Caracteriza la intensidad de uso de la demanda en el periodo considerado. Valores:  $E = 0$  para poco intensivo;  $E = 3$  para intensivo;  $E = 5$  para muy intensivo.
- $F \rightarrow$  Caracteriza la adaptabilidad de la demanda y del entorno económico a la reducción de operatividad. Valores:  $F = 0$  para alta;  $F = 1$  para media;  $F = 3$  para baja.

## B.4. Cálculo aproximado del ISAO

$$ISAO = \sum_{i=1}^3 ISAO_i \quad (8)$$

- $ISAO_1 \rightarrow$  Posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas. Valores:  $ISAO_1 = 0$  para remota;  $ISAO_1 = 3$  para baja;  $ISAO_1 = 10$  para alta;  $ISAO_1 = 20$  para catastrófica.
- $ISAO_2 \rightarrow$  Daños en el medio ambiente y en el patrimonio. Valores:  $ISAO_2 = 0$  para remoto;  $ISAO_2 = 2$  para bajo 3;  $ISAO_2 = 4$  para medio;  $ISAO_2 = 8$  para alto;  $ISAO_2 = 15$  para muy alto.

- $ISAO_3 \rightarrow$  Alarma social. Valores:  $ISAO_3 = 0$  para baja;  $ISAO_3 = 5$  para media;  $ISAO_3 = 10$  para alta;  $ISAO_3 = 15$  para máxima.

### B.5. Valores recomendados

A continuación se proporcionan algunos valores recomendados para la vida útil, la probabilidad conjunta de fallo  $p_f$  frente a modos principales de fallo adscritos a ELU y ELS, la operatividad  $r_f$  y para el número de paradas operativas, todos ellos a partir de los caracteres general y operativo de la obra.

IRE	$\leq 5$	6 ~ 20	> 20
Vida útil	15	25	50

Tabla 5: Vida útil en años.

ISA	< 5	5 ~ 19	20 ~ 29	$\geq 30$
$p_{f\ ELU}$	0,20	0,10	0,01	0,0001

Tabla 6: Probabilidad conjunta de fallo frente a ELU.

IREO	$\leq 5$	6 ~ 20	> 20
Operatividad $r_{f\ ELO}$	0,85	0,95	0,99

Tabla 7: Operatividad.

ISAO	$< 5$	$5 \sim 19$	$20 \sim 29$	$\geq 30$
Número	10	5	2	0

Tabla 8: Número de paradas operativas.