

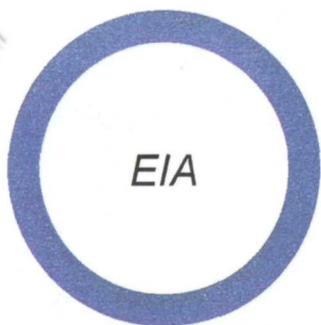
Obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona

**Documento de síntesis del
Estudio de Impacto Ambiental**



Febrero de 1999





NTS
Puerto de Barcelona + N. Saich
Centro Intermodal de Barcelona

Obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona

**Documento de síntesis del
Estudio de Impacto Ambiental**



Febrero de 1999



ÍNDICE DEL DOCUMENTO

Memoria

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objeto del Estudio de Impacto Ambiental	2
1.3	Marco legal	3
2	Descripción de las obras contempladas en el Plan Director y sus acciones	3
2.1	Breve descripción de las obras	3
2.2	Acciones de las obras contempladas en el Plan Director	5
3	Análisis de alternativas	11
3.1	Identificación de las alternativas	11
3.2	Identificación de la alternativa ambientalmente óptima	12
4	Estudio del medio	13
4.1	Medio físico.....	13
4.2	Medio biótico.....	24
5	Principales impactos y medidas correctoras derivados de la implantación del Plan Director del Puerto de Barcelona	36
5.1	Principales impactos	36
5.2	Principales medidas preventivas, correctoras y compensatorias.....	49
6	Coste de las medidas correctoras	57
7	Conclusiones	57

Planos del EIA seleccionados para el documento de síntesis

(La numeración se corresponde con la de los planos del documento original)

Plano núm 1.1	Situación actual (1:100.000)
Plano núm 1.4	Situación futura (1:40.000)
Plano núm 2.1	Descripción del Plan Director: Planta general
Plano núm 2.2	Descripción del Plan Director: Fases de desarrollo
Plano núm 2.3	Descripción del Plan Director: Secciones tipo de los diques

- Plano núm 3.1** Planta general de la alternativa A1
- Plano núm 3.2** Planta general de la alternativa A2
- Plano núm 3.3** Planta general de la alternativa B1
- Plano núm 4.2** Estudio del medio terrestre: Fauna
- Plano núm 4.4** Estudio del medio terrestre: Situación de los puntos de muestreo de las medidas acústicas
- Plano núm 4.5** Estudio del medio marino: Localización de las estaciones de muestreo y tipo de analítica realizada.
- Plano núm 4.9** Estudio del medio: Hidrogeología. Planta localización sondeos.
- Plano núm 4.10** Estudio del medio marino: Hidrogeología. Perfiles geológicos
- Plano núm 5.1** Principales medidas correctoras
- Plano núm 5.2** Medidas correctoras en la nueva desembocadura del río Llobregat

MEMORIA

1 Introducción

En el presente capítulo, se sintetiza el Estudio de Impacto Ambiental de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con el fin de agrupar en un capítulo las características más importantes del proyecto así como los principales impactos y medidas correctoras estudiados en el EIA

1.1 Antecedentes

A finales de los ochenta, y ante el peligro que suponía para el Puerto de Barcelona una posible saturación de los tráficos por falta de superficie de explotación, se hizo necesario definir una estrategia, a medio y largo plazo, que permitiera la expansión del espacio portuario mediante un nuevo salto fractal. El desarrollo de esta estrategia se plasmó en el informe del Plan Director del Puerto de Barcelona que servía de pauta para el desarrollo del Puerto hasta el año 2010.

A nivel de planificación territorial, el Plan Director del Puerto de Barcelona se desarrolla en el marco del Plan Delta.

En Abril de 1994 se firmó el Convenio de Cooperación en Infraestructuras y Medio Ambiente entre el entonces Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (MOPTMA), la *Generalitat de Catalunya*, el *Consell Comarcal del Baix Llobregat*, la *Mancomunitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona* y los ayuntamientos de El Prat de Llobregat y Barcelona.

El objetivo del Convenio era la colaboración de las diferentes Administraciones para la puesta en marcha y seguimiento de diversos proyectos de infraestructuras y medio ambiente englobados en lo que se denominó Plan Delta. Estos proyectos deben transformar al delta del Llobregat en una plaza logística de primera magnitud adecuando los equipamientos básicos: **el puerto y el aeropuerto**.

El Plan Delta contempla fundamentalmente la ampliación del puerto hacia el sudoeste con la construcción de un nuevo dique de abrigo y la prolongación del actual, la ampliación de la ZAL y el aeropuerto y actuaciones medioambientales que permitan la recuperación de un entorno degradado, entre otras causas, por la fuerte contaminación del río Llobregat.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se realiza por encargo de la Autoridad Portuaria del Puerto de Barcelona, con fecha de 3 de septiembre de 1998, con el objeto de dar cumplimiento a la legislación vigente en materia ambiental en lo que respecta a la puesta en marcha del Plan Director del Puerto de Barcelona. Dicho Plan Director prevé

una ampliación del puerto de Barcelona hacia el sudoeste, previo desvío del cauce del río Llobregat.

1.2 Objeto del Estudio de Impacto Ambiental

El presente Estudio de Impacto Ambiental pretende evitar o minimizar en la medida de lo posible los impactos que las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona pueden suponer para los diferentes elementos del medio.

Estos elementos del medio a considerar son los siguientes:

- a) **Medio físico**
 - **Dinámica litoral**
 - **Geología y geomorfología**
 - **Hidrología y calidad de las aguas**
 - **Calidad de los sedimentos**
 - **Playas**
 - **Atmósfera**
- b) **Medio biótico**
- c) **Medio marino**
- d) **Medio terrestre**
- e) **Espacios naturales protegidos y especies protegidas**
- f) **Paisaje**
- g) **Medio socioeconómico**

1.3 Marco legal

- Real Decreto Legislativo 1.302/86, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental
- Real Decreto 1.131/88, de 30 de setiembre, de desarrollo del Real Decreto Legislativo 1.302/86
- Decret de la Generalitat de Catalunya 114/88, de 7 d'abril, d'Avaluació d'Impacte Ambiental
- Ley 27/92, de 23 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante
- Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo de 1.997, por la cual se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

2 Descripción de las obras contempladas en el Plan Director y sus acciones

2.1 Breve descripción de las obras

El puerto de Barcelona actual cuenta con una extensión territorial considerable, ocupando 6 de los 12 kilómetros de la fachada marítima de Barcelona, con un canal de entrada de 1.500 m de longitud, 310 de anchura máxima, y una profundidad de entre 16 y 12 m, con una extensión de 390 hectáreas de agua abrigada, 342 hectáreas de superficie terrestre y casi 20 kilómetros de muelles.

Las actuaciones previstas por el Plan Director del Puerto de Barcelona 1997 – 2011, se ubicarán en la zona comprendida entre el recinto actual del Puerto y la desembocadura del río Llobregat una vez haya sido desviado según se prevé en el correspondiente proyecto.

La configuración final del puerto prevista por el Plan Director tendrá las siguientes características:

- 7 km de dique exterior (dique del este)
- 5.625 m de dique en el extremo sudoeste
- 772 ha de aguas abrigadas
- La desembocadura del río Llobregat se situará contigua al dique del sudoeste, es decir, será desplazada unos 2 km hacia el sur respecto a su ubicación actual.

- El puerto contará con 2 bocanas.

El Plan Director del Puerto de Barcelona es un conjunto de proyectos a desarrollar hasta el año 2011. Dicho conjunto de actuaciones se basan en una significativa ampliación del puerto en su extremo más meridional, objetivo para el cual se ha demostrado necesario el desvío del río Llobregat hacia el Sudoeste en unos dos kilómetros de costa.

Se construirá un nuevo dique de abrigo y se prolongará el actual, creando un espacio abrigado necesario para crear los muelles necesarios previstos por el Plan Director 1997-2011.

El conjunto del Plan Director contempla las siguientes actuaciones:

- Obra 1: Desvío del río Llobregat
- Obra 2: Ampliación zona de inflamables
- Obra 3: Muelle en nuevo contradique
- Obra 4: Puente entre muelle de poniente y muelle adosado
- Obra 5: Ampliación del muelle adosado (1ª fase)
- Obra 6: Nueva bocana
- Obra 7: Dique de abrigo sudeste
- Obra 8: Dique de abrigo este (prolongación del actual)
- Obra 9: Dragado
- Obra 10: Ampliación del muelle sur
- Obra 11: Ampliación del muelle adosado (2ª fase)
- Obra 12: Dársena pesquera
- Obra 13: Terminal de contenedores en área de expansión
- Obra 14: Terminal polivalente en área de expansión
- Obra 15: Conexiones intermodales
- Obra 16: Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)
- Obra 17: Inversión en ZAL
- Obra 18: Previsión nuevas obras

La Tabla 2-1 sintetiza las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con sus dimensiones y presupuesto.

OBRA	SUPERFICIE (ha)	PRESUPUESTO (MPtas)
1. Desvío del río Llobregat	105	-
2. Ampliación zona de inflamables*	69	60.813
3. Muelle en nuevo contradique	0,8	3.600
4. Puente entre muelle de poniente y muelle adosado	-	2.000
5. Ampliación del muelle adosado (1ª fase)	12,5	7.157
6. Nueva bocana	27,24	6.100
7. Dique de abrigo sudeste	369	37.500
8. Dique de abrigo este (prolongación del actual)	86	19.200
9. Dragado	390	4.500
10. Ampliación del muelle sur	11,2	5.123
11. Ampliación del muelle adosado (2ª fase)	18,5	12.537
12. Dársena pesquera	3,21	1.400
13. Terminal de contenedores en área de expansión	40	15.412
14. Terminal polivalente en área de expansión	20	4.970
15. Conexiones intermodales	-	5.000
16. Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)	204	5.460
17. Inversión en ZAL	-	46.446
18. Previsión nuevas obras	-	34.174
TOTAL	1356,45	271.392

Tabla 2-1: obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con su superficie de ocupación presupuesto previsto de ejecución.

2.2 Acciones de las obras contempladas en el Plan Director

Ocupaciones

Una de las principales acciones de las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona son las **ocupaciones** en si mismas.

En la Tabla 2-2 se presenta una síntesis de los diferentes elementos y sus ocupaciones en planta, así como el tipo de terreno/uso del territorio inicial (antes de la ocupación).

* Nota: La cifra indicada incluye obra civil, supraestructuras, habilitación, instalación y equipamientos. Se estima que un total de 121.576 MPtas corresponderán a inversión privada

Tabla 2-2: síntesis de los diferentes elementos y sus ocupaciones en planta, así como el tipo de terreno/uso del territorio inicial.

Obra	Superficie afectada (ha)	Uso inicial
1. Desvío del río Llobregat	105	Terrenos agrícolas, playas
2. Ampliación zona de inflamables	69	Recinto portuario actual
3. Muelle en nuevo contradique	0,8	Playas, medio marino
4. Puente entre muelle de poniente y muelle adosado	-	Recinto portuario actual
5. Ampliación del muelle adosado (1ª fase)	12,5	Recinto portuario actual
6. Nueva bocana	27,24	Medio marino
7. Dique de abrigo sudeste	369	Medio marino, playas
8. Dique de abrigo este (prolongación del actual)	86	Medio marino
9. Dragado	380	Medio marino
10. Ampliación del muelle sur	11,2	Recinto portuario actual
11. Ampliación del muelle adosado (2ª fase)	18,5	Recinto portuario actual
12. Dársena pesquera	3,21	Medio marino
13. Terminal de contenedores en área de expansión	40	Medio marino
14. Terminal polivalente en área de expansión	20	Medio marino
15. Conexiones intermodales	-	Zona agrícola, playas
16. Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)	204	Zona agrícola, playas
17. Inversión en ZAL	-	-
18. Previsión nuevas obras	-	-
TOTAL	1346,45	

Del cuadro anterior se desprende la calidad de las ocupaciones, según superficie y medio ocupado:

- Medio marino: 915 ha
- Zonas agrícolas y playas: 309 ha
- Recinto interior del puerto actual: 111,2 Ha

Formación de diques

La formación de diques conlleva una serie de acciones resultantes de las actuaciones de dragados de saneo para su asentamiento y del hecho del vertido de materiales para la formación del núcleo y la posteriores fases de protección del dique.

Obtención de calado en el recinto interior del puerto (dragado)

El dragado no es una acción inocua sobre el medio ya que, independientemente de la profundidad a la que se realice, siempre supondrá la extracción de una parte del sustrato de las comunidades biológicas que ocupan el fondo marino. Por otra parte, se plantea la

definición de la ubicación posterior de los materiales salientes, es decir, la gestión del material dragado, cuya afección sobre el medio dependerá, principalmente, de sus características físicas y químicas.

Finalmente, la profundidad del dragado combinada con la configuración hidrogeológica de la zona de dragado, determinarán la afección, más o menos intensa, de la obra sobre los freáticos, con las implicaciones de intrusión salina hacia tierra firme que esto puede suponer, además de otras afecciones que se discuten en otros capítulos de este Estudio de Impacto Ambiental.

Formación de muelles

La formación de muelles, como la de diques, supone la ocupación del medio marino y puede también requerir un dragado de saneamiento de la base para su asentamiento, con los efectos ya señalados que puede conllevar cualquier dragado. La diferencia con la formación de diques es que no existe el peligro, o en menor grado, de dispersión del material de relleno en el medio marino, con lo que las características del material de relleno no necesitan cumplir condiciones tan estrictas de granulometría.

La formación de muelles también supone una acción significativa por lo que se refiere a las necesidades de materiales de préstamo.

Creación de nueva superficie de aguas abrigadas

La ampliación del puerto de Barcelona generará una superficie abrigada nueva de 382 ha, con lo que la superficie total de aguas abrigadas quedará en 772 ha.

El abrigo de aguas es una acción que puede influir en la calidad de las mismas, según sea la tasa de renovación resultante. El Plan Director, si bien prevé un aumento de la superficie de agua abrigada, prevé también la apertura de una nueva bocana, que tenderá a aumentar la tasa de renovación.

Transporte de materiales

El Plan Director del Puerto de Barcelona contempla obras tanto en medio marino como en terrestre, con la necesidad de importación de gran cantidad de materiales para la formación de diques y muelles. Por lo tanto, el transporte de materiales podrá llevarse a cabo en ambos medios. El incremento del transporte de materiales, tanto durante la fase de obras como durante la fase de explotación (mercancías) supondrá un incremento de las necesidades en vías de comunicación (carreteras, ferrocarril) para absorber el incremento de tráfico.

Tanto el transporte terrestre como el marino redundarán en un aumento del tráfico (de vehículos pesados en el caso del medio terrestre).

Esta acción puede repercutir de forma negativa en las condiciones del tráfico de la zona si no se planifica adecuadamente.

Gestión y balance de materiales

En toda obra se producen movimientos de tierra, que en el caso objeto del presente EIA consisten, en gran parte, en dragados de la nueva zona a abrigo y en la aportación de material de relleno en la construcción de los nuevos diques y muelles.

La magnitud de los movimientos de tierras previstos es la siguiente:

- Material procedente de dragados: 10 M m³
- Material necesario para relleno de nuevos diques y muelles: 30 M m³

Las acciones que se engloban dentro del movimiento de tierras en el caso de las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona son varias:

1) Dragado

La acción consistente en el dragado de materiales del recinto portuario puede producir impactos sobre el medio receptor de dichos materiales. Para evitar dichos impactos hay que caracterizar los materiales procedentes de dragado y definir su destino final según su composición física y química.

2) Formación de diques. Necesidad de materiales de préstamo

Según los valores dados más arriba, es inevitable la importación de materiales de préstamo para poder completar las operaciones de relleno de las nuevas estructuras (diques y muelle). La necesidad de materiales foráneos conlleva una acción de extracción, en zonas previa y debidamente seleccionadas, de tierras que puede producir una serie de impactos sobre el medio receptor de dicha acción.

3) Relleno de diques y muelles. Operaciones de vertido de materiales al mar

Las operaciones de relleno de diques y muelles no dejan de ser operaciones de vertido de materiales sobre un medio en principio ajeno a los mismos. Esta acción puede producir impactos más o menos intensos según la tipología del material (composición física y química) y los métodos utilizados.

Préstamos

Como se desprende del balance previo de materiales la puesta en obra del Plan Director del Puerto de Barcelona obliga a la importación de materiales de préstamo de zonas ajenas al puerto. Para minimizar la afección de esta acción, es imprescindible un estudio previo de disponibilidad de materiales en puntos de extracción legalizados y una buena planificación del transporte de los mismos.

Emisión de contaminantes

Durante la construcción de las nuevas infraestructuras y edificaciones en la zona de ampliación del puerto de Barcelona existirá una emisión de contaminantes procedentes tanto de la maquinaria utilizada en trabajos de construcción como de otras actividades e instalaciones de la nueva obra.

Por otra parte, la manipulación de los materiales y el tráfico de la maquinaria por zonas no pavimentadas provoca una inevitable emisión de partículas en suspensión a la atmósfera (polvo).

Producción de residuos

a) **Tipología de residuos generados durante las obras de construcción del Plan Director del Puerto de Barcelona**

Durante la construcción de las diferentes infraestructuras, se producirán los residuos propios de las obras de construcción, tales como maderas de encofrado, envases de materiales, desechos de demolición, posibles vertidos accidentales de combustibles y lubricantes de maquinaria, etc.

b) **Tipología de residuos generados durante la fase de explotación del Plan Director del Puerto de Barcelona**

Por el tipo de actividad que se desarrollará en la zona de expansión del puerto de Barcelona, el tipo de residuos que se generarán serán mayoritariamente residuos inertes procedentes de embalajes y asimilables a urbanos. En todo caso, es en fases más avanzadas de la ampliación del puerto, una vez adjudicadas las concesiones y realizados los proyectos de ocupación de las distintas nuevas áreas, cuando se podrá conocer con precisión el tipo de residuos generados y establecer una gestión adecuada de los mismos.

Producción de ruidos y vibraciones

a) Ruidos y vibraciones en la fase de construcción

Durante la fase de construcción de las infraestructuras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, las principales fuentes sonoras serán las procedentes de la maquinaria de construcción y, en su caso, los ruidos y vibraciones procedentes de eventuales voladuras.

b) Ruidos y vibraciones en la fase de explotación

En la zona de ampliación del Puerto de Barcelona, las principales fuentes emisoras de ruidos serán las siguientes:

Fuentes móviles

Se consideran fuentes de tipo lineal, con una superficie de impacto paralela al recorrido.

- Tráfico de vehículos ligeros y pesados
- Ferrocarril

Fuentes fijas

Son focos puntuales con una forma de exposición generalmente circular, es decir, a todo el alrededor de la fuente emisora. Las fuentes emisoras de ruidos fijas se conocerán con precisión cuando las distintas concesiones para explotación de las nuevas áreas del puerto de Barcelona hayan sido adjudicadas.

Acciones sobre la permeabilidad territorial

El hecho de la construcción del Plan Director (desvío del Llobregat, urbanización de la ZAL, etc.) puede provocar la interceptación de caminos en uso actualmente, frecuentados por los vecinos del municipio del Prat de Llobregat, como acceso a las playas y zonas agrícolas.

Por otra parte, el *Departament de Medi Ambient* de la *Generalitat de Catalunya*, ha establecido, por todo el Delta del Llobregat, una serie de itinerarios naturalísticos, para ciclistas y peatones, algunos de los cuales quedarán interceptados o desaparecerán totalmente como consecuencia del desvío del río y la ampliación del puerto en la ZAL 2ª fase.

Necesidades de mano de obra

La construcción de las infraestructuras y edificaciones que supondrá el desarrollo del Plan Director del Puerto de Barcelona durante un período prolongado de tiempo generará unas necesidades de mano de obra, permitiendo la ocupación de una importante cantidad de personas durante los trabajos. Se trata de una de las acciones sobre el medio económicos más importantes que se producirán por el hecho de la puesta en obra de la ampliación del puerto de Barcelona.

La ampliación del Puerto de Barcelona posibilitará una mayor actividad en su seno, con lo cual las necesidades de mano de obra durante la fase de explotación de dicha ampliación serán también mayores.

Incremento de la frecuentación y circulación

La ejecución de las obras de ampliación del puerto de Barcelona requerirá, en muchos casos, el transporte de materiales y maquinaria hacia la obra o fuera de ella. Estas operaciones de transporte provocarán un aumento de la circulación de vehículos pesados, lo cual ejercerá una acción en el medio donde se ubicará la obra y sus alrededores.

Apertura de nuevas vías de circulación

La creación de nuevas zonas de actividades de la importancia de las del Plan Director generará la necesidad de nuevas vías de circulación en la zona para comunicarla con el resto de unidades de actividad económica.

La apertura de nuevas vías de circulación requiere una serie de acciones que son las típicas de una obra viaria lineal: ocupación, movimientos de tierras, etc., que ya se han comentado de forma general en puntos anteriores.

3 Análisis de alternativas

3.1 Identificación de las alternativas

En el caso del Plan Director del Puerto de Barcelona, las alternativas a considerar son, básicamente, las de **emplazamiento** de la ampliación del puerto. Es evidente que dicha ampliación no puede llevarse a cabo hacia el norte de las instalaciones actuales, ya que existen impedimentos de urbanización (barrio de la Barceloneta) y usos del suelo (playas, puerto olímpico, etc.).

Así, pues, las posibles alternativas de ampliación del Puerto de Barcelona quedan circunscritas al sector este y sur. Las diferentes alternativas, atendiendo a esta disponibilidad de territorio, pueden sintetizarse como se muestra en la Tabla 3-1

Alternativa A	Alternativa B
A1: Ampliación hacia el este (mar adentro) mediante dique de abrigo paralelo al actual, a unos 400 m de distancia máxima y 4.200 m de longitud	B1: Ampliación hacia el sur (línea de costa) mediante prolongación del dique del este actual y construcción de nuevo contradique sur, junto a la reserva natural parcial de Ca l'Arana, con desvío del río Llobregat unos 2 km hacia el sur
A2: Ampliación hacia el este (mar adentro) mediante dique de abrigo paralelo al actual, a unos 900 m de distancia máxima y 4.900 m de longitud.	B2: Ampliación hacia el sur (línea de costa) mediante prolongación del dique del este actual y construcción de nuevo contradique sur, junto a la reserva natural parcial de Ca l'Arana, sin desvío del río Llobregat.

Tabla 3-1: Alternativas del Plan Director

De las alternativas descritas, se evalúan ambientalmente aquellas en las que dicha evaluación tenga sentido en el marco actual, en el que algunas decisiones, como la referente a la desviación o no del río Llobregat, ya han sido tomadas, con motivaciones independientes a la ampliación del Puerto.

Cabe remarcar, pues, que toda alternativa que no contemple la desviación del río Llobregat no es planteable en este momento ya que el proyecto de dicho desvío, del que dependen la ubicación definitiva de determinadas infraestructuras totalmente ajenas al puerto (como es la Planta Depuradora), está ya aprobado, .

Por tanto, independientemente de otras alternativas manejadas en el pasado, la realidad del proceso de decisión determina que sólo puedan formularse tres alternativas básicas para el desarrollo del puerto de Barcelona: las identificadas como **A1**, **A2** y **B1**.

3.2 Identificación de la alternativa ambientalmente óptima

A partir de un análisis previo de cada una de las alternativas, se puede elaborar la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Evaluación del impacto de cada alternativa sobre cada uno de los principales factores ambientales.

Medio afectado	A1	A2	B1
Dinámica litoral y evolución costera	***	***	**
Acuíferos del delta	*	*	*
Espacios naturales protegidos y zonas húmedas	**	***	***
Paisaje	*	**	***
Medio terrestre	**	**	**
Comunidades naturales del medio marino	*	*	*
Medio socioeconómico: Transporte, accesos, red viaria	***	***	+
Medio socioeconómico: Ordenación espacial de las actividades portuarias	***	***	+
Medio socioeconómico: Cumplimiento objetivos Plan Director	***	**	+
Medio socioeconómico: Seguridad y confort de la población	***	***	*

*: compatible; **: moderado; ***: Severo; ****: Crítico; +: Positivo

Como muestra la Tabla 3-2, todas las alternativas pueden llegar a suponer impactos severos sobre algunos de los factores del medio natural (físico o biótico), siendo, no obstante, la mayor parte de ellos, moderados o compatibles. Sin embargo, en lo que se refiere a los impactos sobre el medio humano, es clara la situación favorable de la alternativa B1 respecto a las alternativas A1 y A2, ya que los impactos socioeconómicos derivados de la alternativa B1 son positivos, mientras que las alternativas A1 y A2 suponen un impacto severo para el medio socioeconómico.

Se concluye, por tanto, que la Alternativa B1 es la más recomendable en relación a los condicionantes de tipo ambiental, de las analizadas para el Plan Director del Puerto de Barcelona.

4 Estudio del medio

4.1 Medio físico

4.1.1 Dinámica litoral

La zona de la desembocadura del Llobregat presenta síntomas de inestabilidad en la línea de costa, con un retroceso manifiesto de las playas situadas en su entorno.

La regresión actual del Delta del Llobregat es debida principalmente a los siguientes motivos:

- Reducción de los materiales aportados por el río en los últimos años, por la construcción de obras hidráulicas que interrumpen el flujo de sedimentos, la explotación de áridos en la cuenca del río y la mejora de los sistemas de saneamiento.
- Interrupción de la corriente de sólidos procedente de la costa situada más al norte, ya que queda cortada por diversas obras, por ejemplo, por los dos espigones situados entre el Puerto Olímpico y el dique de abrigo del puerto de Barcelona y el propio Dique del Este, que retienen la mayoría del resto de material que haya podido sobrepasar los obstáculos reseñados y, también, otros situados más al norte (todos los puertos deportivos al sur de la desembocadura del Tordera).

El Delta del Llobregat, en estas condiciones, está sometido a un proceso regresivo importante (del orden de 2 m/año en su punto máximo conforme a la estimación efectuada por EGI-EUROPRINCIPIA, S.L.) que permite la acumulación de arena en el sector sur de las playas en estudio, al apoyarse en el dique de levante de Port Ginesta.

La ampliación portuaria producirá dos efectos directos sobre las playas situadas al sur:

- Al ocupar una zona de delta en cabecera del sector de playa en estudio, se pierde un material potencial susceptible de alimentar las playas situadas al sur, que procedía de la propia costa.
- La creación del nuevo contradique portuario introduce además un efecto "sombra" sobre la costa, que producirá, por el proceso de difracción del oleaje la acumulación de arena junto al contradique y la erosión del tramo de costa situado a continuación, hasta el punto en el que desaparece el efecto de la difracción.

Así, las soluciones de estabilización deberán resolver:

- El aterramiento de la futura desembocadura del río Llobregat
- La regresión estructural del delta por efecto de la falta de aportación sedimentaria causada por la ampliación histórica del puerto y la falta de aportaciones del río Llobregat.
- Aumento debido al efecto "sombra" creado por el nuevo contradique del puerto de Barcelona.

4.1.2 Hidrogeología

En el delta del río Llobregat se distinguen diferentes unidades hidrogeológicas, ligadas directamente a la geología que presenta el subsuelo en las diversas formaciones deltaicas desarrolladas durante el periodo cuaternario.

Desde el Valle Bajo del Río Llobregat y los márgenes propios del delta, en contacto con las formaciones adyacentes, se puede afirmar que existe un **acuífero único** con un comportamiento de tipo **no confinado o libre**, es decir, que la superficie del agua contenida está en contacto directo con el aire y por lo tanto está sometido únicamente a la presión atmosférica, suele existir una zona saturada de agua y otra no saturada superior separadas por la superficie piezométrica. Este nivel acuífero se extiende hasta aproximadamente, la población de Cornellà de Llobregat en su vertical. Desde esta zona hasta el mar, la parte central del delta se desdobra en **dos acuíferos** en la vertical:

4.1.2.1 Acuífero superficial

Se trata de un acuífero de tipo no confinado o libre que se corresponde geológicamente con los materiales de la formación "Arenas del frente deltaico" del Llobregat.

Formado por gravas y arenas de la propia llanura de inundación del río, alcanzando profundidades de entre 10 y 20 m, cubiertas a veces por un recubrimiento arcilloso poco potente.

La deficiente calidad del agua que almacena el acuífero superficial condiciona el hecho de una explotación pequeña o prácticamente nula.

4.1.2.2 Acuitardo intermedio

Corresponde a una cuña intermedia de limos que actúa como capa semiconfinante y geológicamente viene definida como la formación "Limos prodeltaicos".

El concepto de acuitardo de los limos prodeltaicos, responde al modelo de formación geológica capaz de almacenar agua pero que ésta es transmitida muy lentamente, por lo que suele presentar un rendimiento como nivel acuífero muy bajo.

Las dos formaciones permeables, o acuíferos principales, están separados por esta cuña de arcillas y limos orgánicos de coloraciones oscuras, que a menudo presentan concentraciones de gas metano y niveles de turba y que, localmente, presentan zonas o intercalaciones de arenas.

El espesor o potencia de esta formación poco permeable oscila entre los 20 m en la zona del Prat de Llobregat y los 50 m en la línea de costa.

4.1.2.3 Acuífero profundo

Se trata de un acuífero confinado o cautivo, es decir, en el que el agua contenida está sometida a una presión mayor que la atmosférica por efecto de un material impermeable que sella a base y muro la formación permeable, el agua suele ocupar la totalidad de los huecos y poros saturándolos totalmente y si se atraviesa el muro impermeable con una perforación, el agua alcanza su nivel piezométrico real.

Geológicamente se corresponde con la formación "Gravas aluviales", formada por gravas de potencia y composición bastante uniforme a lo largo de toda la formación deltaica.

El denominado acuífero profundo, se sitúa entre los 45 y los 55 m bajo la superficie del terreno en el área del Prat de Llobregat, centro geométrico del abanico deltaico, entre los 60 y 70 m en la zona costera y se estima que debe situarse entre los 50 y 60 m de profundidad en la zona proximal de la formación sedimentaria deltaica marina, disminuyendo ésta conforme se aleja de la línea de costa.

Está formado en su mayoría por gravas gruesas y arenas limpias con pocos materiales finos.

Es el acuífero más explotado de todo el Bajo Llobregat, tanto para el abastecimiento urbano como industrial. A pesar de haber sufrido una considerable disminución en sus extracciones, ya que ha sido sobreexplotado durante muchos años, esta disminución ha sido originada por diversos motivos como el abandono o traslado de industrias con pozos, el incremento de impuestos o tasas sobre el agua, la creciente urbanización del delta, la mejora en los procesos de producción industrial y el reaprovechamiento o reutilización del agua.

Conclusiones sobre hidrogeología y hidroquímica del delta del Llobregat

Las extracciones de agua subterránea en el acuífero profundo del delta, han disminuido hasta un 60% entre 1980 y 1997 y las del acuífero superficial son prácticamente insignificantes en la última década, comparadas con las del acuífero profundo.

Los niveles piezométricos del acuífero superficial siguen estando por encima del nivel del mar en toda la zona central costera, debido a la aún importante recarga de excedentes de riego y agua pluvial que recibe. Esto permite la existencia de flujo de agua dulce al mar en ese sector del acuífero.

La disminución de las explotaciones desde finales de la década de los 70, ha facilitado una cierta recuperación de los niveles piezométricos del acuífero profundo, aunque éstos siguen estando por debajo del nivel del mar.

Ni siquiera una situación favorable, como la experimentada entre 1992 y 1994, con la combinación de una importante recarga debido a las lluvias y una significativa disminución de las extracciones en la zona más baja del delta, es suficiente para garantizar una cierta permanencia de la recuperación, como se ha puesto de manifiesto en los últimos años en respuesta a las continuadas extracciones de SGAB en la zona de Comellá.

La intrusión marina que afecta al sector suroccidental, sobre la zona de Castelldefels y Gavá, en referencia al acuífero superficial del delta, ha aumentado progresivamente en las últimas décadas, en respuesta a la depresión del nivel piezométrico en esa zona por debajo del nivel del mar, debido al crecimiento de las extracciones para abastecimiento a industrias. Actualmente, esta explotación es mínima.

En el acuífero profundo, los flujos de intrusión localizados en el centro y margen izquierda del delta, parecen mantener estable su posición en los últimos 10 años. No obstante, la evolución en años sucesivos pone de manifiesto la importancia de la magnitud puntual de las extracciones situadas en los laterales de dichos flujos, para el control del desplazamiento lateral de las zonas de mezcla respectivas.

El delta aluvial del Llobregat, sobre el término municipal de Castelldefels, se localiza actualmente el flujo de intrusión más activo del acuífero profundo. La intrusión ha avanzado aquí considerablemente en los últimos años, debido a las causas ya comentadas en el caso del acuífero superficial.

Las aguas del acuífero profundo en la zona interna del margen derecho, presentan altos contenidos en CITD (carbono inorgánico total disuelto), y en SO_4 , y valores de las relaciones HCO_3/Cl y Na/K superiores a los del agua procedente del Valle Bajo. Ello se debe a que la recarga tiene lugar a través del acuífero único y procede de aportes laterales y de excedentes de riego, aguas de extracción local, muy carbonatadas debido a la existencia de numerosas graveras rellenas con residuos de construcción.

Las características químicas de las aguas del acuífero único del Valle Bajo y profundo del delta, pone de manifiesto que la recarga al acuífero profundo por transferencia directa de aguas desde el acuífero del Valle Bajo, sólo afecta al sector del primero situado frente a la embocadura del delta.

En la zona intermedia entre Comellá y El Prat, tienen lugar fenómenos modificadores que disminuyen las concentraciones de HCO_3 , NO_3 y SO_4 , y el valor de la relación Na/K , supuestamente debido a la precipitación de $CaCO_3$, la adsorción de K en los limos del

acuitardo y la reducción de SO_4 acompañada de desnitrificación de NO_3 al pasar el agua a condiciones reductoras debido al confinamiento que impone el acuitardo.

La contaminación industrial por disolventes detectada hace unos años en varios pozos de El Prat, pone de manifiesto la necesidad de establecer un plan de control de las actividades de las industrias potencialmente más contaminantes de la zona baja del delta.

4.1.3 Calidad de las aguas

Estructura termohalina de la columna de agua

En el interior de las aguas portuarias cabe esperar unos límites térmicos más extremos que los de las aguas litorales adyacentes (más frías en invierno y más cálidas en verano) junto con la imposibilidad de estructurar gradientes verticales significativos a causa de la poca profundidad y el efecto mezcla que ejerce el viento.

En otoño, las aguas más interiores están más cálidas y se enfrían paulatinamente hacia la bocana; en cambio, en invierno la situación es contraria y las aguas más frías son las del interior. Se observa una mayor homogenización en invierno, como lo demuestra la proximidad de los valores correspondientes a todos los niveles. Por tanto, las oscilaciones térmicas son superiores en la parte más interior del puerto y en cambio la influencia de la masa mediterránea queda patente en la bocana.

En cambio, la salinidad muestra un comportamiento distinto ya que en ambas épocas, las aguas más salinas se sitúan en el entorno de la bocana. Existe, una moderada influencia de vertidos de origen continental en las dársenas más interiores, que al diluirse en el agua de mar hace que los valores de salinidad disminuyan entre 0,3 y 0,4 gramos por litro. Muy probablemente, en épocas con fuertes precipitaciones, la salinidad de las aguas más interiores tomará valores aún más bajos.

En cuanto al muestreo realizado en el marco del EIA (resultados presentados en la Figura 1) corresponde a una zona que dada la ausencia de las obras de defensa previstas, está actualmente más cercana a la de las aguas libres litorales que a las aguas abrigadas. Se caracteriza por:

- Uniformidad térmica a lo largo de toda la columna, en valores cercanos a los 20°C en el otoño de 1998.
- Uniformidad salina con valores cercanos a $37,5^\circ\text{C}$, excepto en la estación A-3 (que es la más cercana a la desembocadura actual del Llobregat) que presenta una capa superficial (con una potencia de unos 2 metros) en la

que la salinidad es claramente inferior a causa de la influencia de la pluma del río.

Penetración de la luz y materias en suspensión

Los resultados de penetración de la luz medidos en el interior de las aguas abrigadas (mediante disco de Secchi) han sido de 5-7,5 m en otoño y 5-8 m en invierno; en general hay una mayor penetración en esta segunda época, lo que ha de explicarse en términos de la menor producción en plena época invernal. En cualquier caso, significa que en general en todas las estaciones, al nivel superficial del sedimento llega como mínimo un 10% de la luz incidente en superficie, por lo que no existe limitación energética para la producción de los productores primarios.

No obstante, se sabe que en determinadas épocas (especialmente en primavera, con una elevada producción biológica) el grado de penetración de la luz disminuye ostensiblemente, con valores de visión del disco de Secchi inferiores a 1,5 m. En estas circunstancias (no abarcadas en el presente estudio) quedan gravemente afectados los ciclos de materia y energía del ecosistema.

En la zona de ampliación de las dársenas, los valores oscilan entre 3 y 5 metros, excepto en la Estación B-3 en que la penetración de la luz no alcanza 1 metro y se explica por la elevada concentración de materias en suspensión (entre 40 y 60 mg/l cuando en todas las otras estaciones y niveles es inferior a 10 mg/l; ello tiene también su reflejo en los valores de turbidez). En general puede afirmarse que la capa superficial del sedimento puede considerarse fótica aunque puedan producirse situaciones puntuales (asociadas por ejemplo a obras de dragado o de relleno que en la época de muestreo se realizaban en el puerto o a situaciones de aportes extraordinarios a través del río Llobregat).

Oxígeno disuelto y materia orgánica

En el caso del oxígeno, las diferencias entre la zona más interior del puerto (de renovación más difícil) y la situada más hacia la bocana son significativas, registrándose valores más altos en este último punto.

Por otro lado, la evolución del oxígeno disuelto a lo largo del eje del recinto portuario demuestra que en la zona más interior, la concentración de oxígeno en superficie es, tanto en invierno como en verano, inferior a la de los restantes niveles. Esto corrobora la existencia de vertidos en superficie, que aportan un cierto grado de contaminación y que además se traduce en la disminución de salinidad.

En la bocana la concentración de oxígeno disminuye en ambas épocas de muestreo. Esto pone de manifiesto una influencia de los vertidos procedentes del entorno de la desembocadura del Llobregat, y muy probablemente los dos colectores que vierten

aguas residuales a nivel de la Zona Franca (con un caudal en el entorno de los 2-3 m³/s), suficientemente importante para influenciar la zona más externa de las dársenas.

4.1.3.2 Nutrientes

En el interior del puerto, las concentraciones de nutrientes son relativamente más elevadas que en aguas mediterráneas no afectadas por descargas y en general la concentración es superior en invierno (cuando no hay un consumo importante de nutrientes por parte de los productores primarios) que en otoño una vez ha habido un consumo masivo en verano y, sobre todo en primavera.

4.1.3.3 Clorofila

Los valores hallados en este estudio caen dentro de los marcados por los antecedentes disponibles (entre 1 y 2 mg/m³) aunque hay que tener en cuenta que este parámetro está sometido a una fuerte variabilidad temporal. Con toda probabilidad, en primavera y en una situación con nutrientes y suficiente iluminación, pueden superarse los niveles descritos. La distribución espacial indica, en todos los casos, que las concentraciones más elevadas suelen corresponder siempre al área del Port Vell y debe relacionarse con la dificultad de renovación.

4.1.3.4 Mareas rojas

Este fenómeno, de aparición discontinua aunque frecuente en numerosos puertos, corresponde a desarrollos extraordinarios de poblaciones de fitoplancton (provocado probablemente por un exceso de nutrientes y en condiciones de estabilidad junto con elevadas temperaturas). En algunos casos toda la biomasa corresponde prácticamente a un número reducido de especies. Por ejemplo, en el fenómeno último del mes de agosto de 1998 se detectó una población importante de Alexandrium catanella, que es una especie tóxica (PSP) que puede incorporarse a la cadena alimenticia y llegar al hombre. A pesar que fue detectada en todo el puerto, las poblaciones más densas se sitúan en el muelle pesquero y en el *Port Vell*.

4.1.3.5 Metales pesados

A pesar de que los sedimentos portuarios constituyen un importante reservorio de metales pesados las condiciones del agua no son favorables a su incorporación. En condiciones normales la calidad del agua en la zona de ampliación ha de considerarse exenta de contaminación por metales pesados. No obstante, en zonas interiores y en verano, bajo condiciones de déficit de oxígeno, es de esperar un ligero incremento en la concentración.

4.1.4 Calidad de los sedimentos

Los resultados de la campaña analítica realizada para el presente estudio permiten concluir que:

- Los sedimentos de la zona a dragar presentan una elevada heterogeneidad en cuanto a composición granulométrica y contenido de finos.
- Presentan una baja contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos (PCB's y PAH's)
- Existe una relación evidente entre el porcentaje de finos, la materia orgánica y la contaminación relativa por metales pesados: en las muestras con <50% de finos, estos contaminantes tienen un valor relativamente más elevado.
- Las estaciones con mayor concentración de materia orgánica presentan un potencial redox más negativo; es el resultado de los procesos metabólicos bacterianos sobre el exceso de materia orgánica.

Tipificación de los materiales de dragado

La totalidad del volumen previsto de dragado pertenece a la Categoría I, correspondiente a aquellos materiales que pueden verterse libremente al mar, con la única consideración de los efectos de tipo mecánico, a excepción de los correspondientes a la muestra B-9, los cuales deben gestionarse independientemente.

Se trata de materiales que por sus características ambientales pueden ser utilizados para cualquier uso productivo en el continente y, en caso de inadecuación por el alto porcentaje en finos, pueden verterse al medio marino, cumpliendo las restantes Recomendaciones para la Gestión de Dragados del CEDEX, aunque ello no perjudica su idoneidad desde otro aspecto diferente al ambiental.

4.1.5 Calidad de las playas

La calidad microbiológica de las aguas del litoral del Prat de Llobregat, donde van a realizarse las obras de ampliación del puerto de Barcelona, ha resultado en las últimas campañas de control realizadas por el Ayuntamiento del Llobregat la siguiente:

- La totalidad del litoral del Prat de Llobregat es no apta para el baño, con una categoría de calidad microbiológica C (calidad deficiente pero no necesariamente peligrosa para el baño), y calidad D (calidad muy deficiente, con la que la práctica del baño puede incidir negativamente sobre la salud) en las áreas de influencia del Llobregat y el Remolar. La comparación de los datos de 1995, 1996 y 1997 en las

playas de uso público se observa una mejora progresiva de la calidad, aunque no se llega al nivel de aguas aptas para el baño.

- La carga fecal máxima se observa en los meses de verano, coincidiendo con el periodo de uso público.
- El río Llobregat y la laguna del Remolar son los dos focos de contaminación fecal más importante del litoral pratense. En los puntos intermedios entre estos dos focos, disminuye mucho el grado de contaminación, aunque el agua no llega a los niveles de calidad necesarios para ser apta para el baño.
- La playa del Golf presenta una calidad próxima a la situación apta para baño. Este punto es el que presenta una menor contaminación fecal. La playa del Club Marítimo también presenta un nivel de calidad próximo a la categoría de aguas aptas para el baño, pero todavía tiene influencia el vertido del río Llobregat.

4.1.6 Calidad del medio atmosférico

Emisión

Las fuentes de emisión más significativas generadas en el puerto de Barcelona provienen de:

- Emisiones de origen industrial generadas en la combustión de gasóleo, fuelóleo o gas natural, en las calderas por medio de focos canalizados puntuales. Otros focos de emisión son los tanques de almacenamiento de productos químicos e hidrocarburos, principalmente en aquellos tanques dotados de techo fijo.
- Fuentes de área (no canalizadas) de origen industrial debidas a la manipulación de graneles pulverulentos, tales como la potasa, grano, cemento, tanto en instalaciones especiales como en manipulaciones realizadas sin instalación especial (carbón, azufre, tapioca, etc.), que generan emisiones de partículas.
- Tráfico del puerto, emitidos por el tráfico rodado (automóviles, camiones, furgonetas, etc.). Los contaminantes generados por el tráfico rodado son principalmente óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas, SO₂ (por combustión en determinados vehículos pesados) e hidrocarburos.
- Los buques, generan emisiones en el puerto debidas al funcionamiento de generadores de electricidad diesel (combustión de gasoil o fuel). Generan emisiones de SO₂, CO, Hidrocarburos, NOx. También pueden generar

emisiones cuando realizan reparaciones de inyectores, etc., reglajes, puesta en marcha de calderas, y cuando maniobran o navegan por el interior del puerto.

- Otros orígenes accidentales, que inciden puntualmente en la calidad del aire del puerto, pueden ser incendios de tanques de almacenamiento, contenedores, emisiones de las concesiones durante operaciones de reparación, etc.
- Operaciones de mantenimiento de las infraestructuras portuarias, principalmente obras que generan contaminación por partículas, debidas al transporte de áridos, tierras, movimiento de camiones u otros vehículos pesados, etc.

Calidad del aire

La Autoridad Portuaria de Barcelona dispone de una red de medida de parámetros meteorológicos y de contaminantes desde el mes de julio de 1996. Desde el Departamento de medio ambiente de la APB, técnicos especialistas controlan el nivel de partículas del medio atmosférico y registran los datos, con objeto de realizar un seguimiento y evitar situaciones problemáticas con la ciudad.

En general, el puerto de Barcelona, a la vista de los resultados de las diferentes campañas de medida de los contaminantes principales, la calidad del aire del puerto es aceptable, con situaciones puntuales problemáticas por partículas en suspensión.

Los niveles más elevados de partículas en el periodo anual 1997/98 se registran en la estación de Pueblo Nuevo. El periodo del año en el que las medias mensuales reflejan una mayor concentración de partículas en el entorno portuario, es en los meses de febrero y marzo, en los cuales las medias mensuales alcanzan niveles superiores a 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, destacando el mes de febrero en la estación de Estibama con 169 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Respecto al resto de los meses, se mantuvieron las medias mensuales entre los 60 y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, destacando el mes de octubre en el que se situó sobre los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Observando la media de las estaciones más representativas del entorno portuario, se obtienen valores entre 88 y 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, distantes del valor límite establecido en la normativa de referencia de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.2 Medio biótico

4.2.1 Medio marino

Comunidades planctónicas

Fitoplancton

Los ciclos de fitoplancton se hallan estrechamente ligados a las particulares condiciones meteorológicas e hidrológicas del área de estudio.

El comportamiento marcadamente estacional del fitoplancton en el Mediterráneo se resume en un aumento otoñal, una ligera caída en invierno, una etapa primaveral (entre finales de invierno y principios de primavera), en la cual se registra la mayor producción acumulada de biomasa del año y un segundo máximo primaveral menos importante que el primero, en abril-mayo seguido de una etapa estival pobre. Este ciclo está íntimamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes en el medio.

Zooplancton

Las mayores concentraciones de zooplancton se dan en primavera-comienzos de verano, y también en septiembre. Los valores medios anuales indican que los primeros 50 m son más ricos en zooplancton tanto en las áreas próximas a la costa como en alta mar, y que la mayor riqueza se halla en las estaciones más costeras.

Los valores medios de la biomasa están comprendidos entre 2 y casi 17 mg de peso seco por m³, sin tener en cuenta las salpas, si por el contrario las incluimos durante el mes de abril (máximas concentraciones), hallamos valores próximos a los 400 mg/m³, en aguas superficiales próximas a la costa.

El estudio de la composición de las poblaciones de zooplancton revela que los copépodos constituyen la gran masa de individuos, cuyas cantidades, en algunos momentos, superan el 90% de la población total; si bien en otros momentos, no alcanza la mitad de la misma (en junio se registró el 43,9%). Otro grupo numéricamente importante es el de los Apendiculariáceos, durante la primavera, presenta valores comprendidos entre 10 y 15%.

Los copépodos dominan durante la segunda mitad del año, en cambio a partir de febrero y durante el primer semestre, su número va reduciéndose gradualmente, mientras que otros grupos (gelatinosos en general, como son las Medusas, Sifonóforos, Salpas y Doliólidos) alcanzan sus máximos valores anuales. Así, durante el periodo de máxima productividad planctónica y especialmente en la zona eufótica, tiene lugar una fuerte competencia de la que al parecer salen perjudicados los Copépodos a expensas del zooplancton gelatinoso de régimen herbívoro.

Comunidades Bentónicas

Las comunidades de sustrato blando constituyen las comunidades dominantes en la zona de actuación.

Entre los factores que determinan la distribución espacial de las comunidades que se establecen en este tipo de fondos se encuentran, por un lado, los que dependen directamente de la profundidad (tales como la luminosidad, la temperatura y la disponibilidad de alimento) y, por otro, los relacionados con las características particulares del sustrato, siendo en este caso el más importante el tamaño de grano del sedimento. Este tamaño viene determinado básicamente por el hidrodinamismo y por la distancia del lugar a la costa y a los aluviones fluviales.

Los poblamientos bentónicos en la zona de estudio se encuentran asociados a sedimentos de granulometría muy homogénea, tipificados como arena fina, arena muy fina y fangos.

No se han detectado en la zona de actuación áreas de distribución de praderas de fanerógamas marinas.

Los poblamientos macrofaunísticos actuales están constituidos mayoritariamente por poliquetos y moluscos bivalvos, representando ambos grupos una media del 80,7% del total de individuos de la comunidad y crustáceos (17,5% del total de individuos de la comunidad), encontrándose otros grupos faunísticos en menor proporción catalogados como "otros grupos" (1,7% del total de individuos identificados en la comunidad) entre los que se incluye especies de nemátodos, equinodermos y cordados.

Los parámetros biológicos, riqueza específica, densidad de individuos y diversidad específica son bajos, indicativos de un medio perturbado, de baja calidad ambiental.

4.2.2 Medio terrestre

Vegetación

El delta del Llobregat, como otros deltas del Mediterráneo, está ocupado por una vegetación rica y variada influenciada por el sustrato litológico. Al encontrarse en la desembocadura del río Llobregat, está constituido sobretudo por sedimentos, tanto los provenientes del río en la parte más interna, como las arenas de la banda litoral.

La proximidad al mar provoca que los suelos sean bastante salinos y la vegetación se haya tenido que adaptar a esta salinidad.

Los hábitats principales de este ambiente son las dunas, los marjales y los salobres. La vegetación natural es la típica de las marismas costeras: **comunidades dunares** en la

zona litoral; **cañizares y junqueras** en las marismas de agua dulce y **salobrales** en los suelos más salinos.

La presencia del área metropolitana ha causado una alteración muy importante de la vegetación natural. Ha habido una regresión importante de esta vegetación a pequeños retales próximos al litoral y en las pocas lagunas que se conservan. En el caso de las dunas y bosques de ribera, han desaparecido completamente.

También ha habido un claro retroceso de la línea de costa, a causa de la disminución del aporte de sedimentos por parte del río Llobregat y por la construcción de escolleras y puertos en toda la costa. Este retroceso está provocando la desaparición de la playa y, por tanto, de la vegetación de arenales y dunas.

Las comunidades presentes actualmente en la zona de estudio son, a grandes rasgos, las siguientes:

Herbazales del río

Pinares litorales

Prados

Vegetación de arenales litorales y dunas

Vegetación de marismas y salobrales

De las comunidades vegetales y especies que se encuentran en el Delta del Llobregat, cabe destacar las presentes en el Anexo I de la Directiva de Hábitats (Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats, flora y fauna silvestres), y en el Anexo 3 de especies estrictamente protegidas del *Pla d'Espais d'Interès Natural* de la Generalitat de Catalunya.

- *Agropyretum mediterraneum*
- *Ammophiletum arundinaceae*
- *Salicornietum fruticosi*
- *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*
- *Cenchrus incertus*, *Spartina juncea* (gramíneas). Esta última no se ve afectada por el proyecto en estudio, a pesar de encontrarse en los estanques de *La Ricarda – Ca l'Arana*.
- *Kosteletzkya pentacarpos* (malváceas)

Finalmente, cabe destacar la importancia del grupo de las **orquídeas**. Hasta 23 especies de orquídeas se han citado en el delta del Llobregat, una diversidad alta, pero sobretodo con alguna especie de importancia internacional. Esta variedad es mucho más elevada que la de las marismas del Empordà (donde se han localizado 7 especies) o la del Delta del Ebro (con sólo 3 especies), en parte gracias a la variedad de hábitats.

Fauna

Desde el punto de vista faunístico, el delta del Llobregat es de importancia internacional, sobretodo por encontrarse en medio de una de las rutas más importantes de migración de **aves** del Mediterráneo. Con la citación de más de 340 especies de aves, es el lugar de toda Cataluña donde se han observado más especies, incluso más que en el delta del Ebro o los *Aiguamolls de l'Empordà*.

Por lo que respecta a especies nidificantes, aunque mucho menos variadas, crían especies realmente interesantes. En algún caso, en los últimos años han vuelto a criar especies que ya habían desaparecido, pero también al mismo tiempo han dejado de criar muchas otras.

El delta del Llobregat también presenta características interesantes en lo que se refiere al grupo de **invertebrados**.

Sin olvidar la importancia de otros grupos de fauna, en la presente síntesis del EIA las Obras Previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona se hará especial hincapié en estos dos grupos de fauna, los invertebrados y las aves.

Invertebrados

En todo el delta viven un gran número de pequeños invertebrados, dada la diversidad de ambientes que el lugar ofrece.

Del orden de los Coleópteros (escarabajos), las especies *Cicindela germanica* ssp. *catalaunica* y *Iberodorcadion (=Hispanocardion) suturale* están estrictamente protegidas por el *Pla d'Espais d'Interès Natural de la Generalitat de Catalunya (PEIN)*, al estar incluidas en su Anexo 4.

Otros coleópteros interesantes citados en el delta son *Eurynebria complanata*, *Callicnemis latrelli*, *Apotomus rufus*, *Anthracus consputus*, etc.

Estudios recientes de los odonatos o libélulas han permitido detectar un total de 14 especies diferentes hasta ahora, de las que 10 se pueden considerar como comunes y abundantes, mientras que 3 especies son escasas y frágiles y una última es migratoria.

La libélula *Aeshna affinis* ha sido citada en las proximidades del área afectada y *Aeshna isosceles* ha sido encontrada en otros lugares del delta.

Por lo que respecta al orden de los Lepidópteros actualmente se está haciendo un seguimiento de las mariposas del delta del Llobregat. En la zona de *Cal Tet* y el *Remolar* se puede encontrar *Gegenes nostradamus*, un hespérido bastante raro en Cataluña, así como una diversidad de especies halófilas o palustres interesantes.

Actualmente se dispone de poca información sobre los moluscos del delta y, por tanto, en el área afectada por el proyecto en estudio. Aún así, en prospecciones puntuales se han encontrado en la acequia inferior del canal de la derecha y cerca de *Cal Beïtes*, seis especies, entre las cuales el bivalvo *Musculium lacustre* y otras tan interesantes como escasas (*Pisium* sp., *Potamopyrgus jenkinsi* y *Mercuria confusa*).

Entre los moluscos citados en el Anexo 4 del PEIN hay que citar *Ferrusaria disparate*, especie endémica de las llanuras litorales desde el Ebro hasta el Ter y que en el delta del Llobregat ha sido citada en las proximidades de *Ca l'Arana*. Vive en ambientes más o menos húmedos, debajo de las piedras o entre la hierba.

El espacio natural de *la Ricarda* acoge diversos invertebrados de notable interés y propios de aguas salinas que colonizan los sectores donde hay una concentración salina y las aguas suficientemente limpias. A destacar las colonias de *Ficopomatus aenigmaticus*, un poliqueto filtrador y tubícula que vive en tubos calcáreos que el mismo construye y que llega a formar masas considerables, y de su predador natural *Nereis diversicolor*, otro poliqueto. Además de las interesantes especies de ciliatos, también conviene citar el crustáceo copépido *Calanipeda aquae-dulcis*, integrante del plancton y del también copépodo *Ergasilus sieblodi*, parásito de peces.

Por otra parte, los rotíferos (*Parachionus* sp.) llegan a predominar cuando los insecticidas que transportan las aguas provenientes de los campos de cultivo reducen las poblaciones de crustáceos.

Aves

A causa de la fuerte contaminación de las aguas del delta, muchas especies de aves se vieron afectadas llegando a desaparecer como especies nidificantes. Gracias a la puesta en funcionamiento de las depuradoras, el agua más limpia ha permitido recuperar algunas de las especies de aves ya desaparecidas. Este es el caso del zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*), especie por la cual el Delta del Llobregat es la zona húmeda más importante de Cataluña.. Unas tres parejas crían en la laguna de *Ca l'Arana*, que se encuentra afectada por el proyecto en estudio.

El avetorillo común (*Ixobrychus minutus*) es una de las especies que da fama internacional al Delta del Llobregat, ya que crían entre 10 y 20 parejas (1996), con un máximo estimado de 29 parejas en 1989.

Una de las rapaces más interesantes y ligada a estos ecosistemas de marismas, es el aguilucho lagunero occidental (*Circus aeruginosus*), que ha vuelto a criar en el Delta desde el año 1989. Con sólo una o dos parejas nidificantes. En invierno ha visto incrementarse el número de ejemplares, de los 3 o 4 antes de 1987, a los 10-15 de los últimos años.

El chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), con 84 parejas reproductoras en 1986 (más de 100 parejas en 1989), es una de las especies que están sufriendo una situación más crítica de toda el área mediterránea, a causa de la alteración del litoral. El delta del Llobregat es la segunda área de cría de Cataluña, y su población está en regresión. En la zona afectada por el proyecto de ampliación del puerto de Barcelona y el desvío del río Llobregat, nidifica el 40% de la población total del delta.

Otro chorlito presente en la zona, pero con sólo 2 parejas cerca de *La Podrida*, de las 15-20 que crían en el delta, es el chorlito chico (*Charadrius dubius*).

También destaca, aunque de forma irregular, la presencia de la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*). Parece ser que los ejemplares que aquí se observan provienen, sobretudo, de la colonia reproductora del Delta del Ebro, que por otra parte es la más importante del mundo. Esta especie ha pasado de observarse en contadísimas ocasiones antes de mediados de los ochenta, a convertirse en más frecuente a partir de 1989. Se han llegado a contar hasta 300 ejemplares, que normalmente vuelan mezclados con otras gaviotas, y a menudo se posan en las playas.

Entre las aves de paso, especies como el chorlito carambolo (*Charadrius morinellus*), presente sobretudo durante el paso post-nupcial. Otras limícolas como el chorlito dorado común (*Pluvialis apricaria*), la avefría europea (*Vanellus vanellus*), etc.

Otros hivernantes de interés como la gaviota enana (*Larus minutus*), y otras especies de la familia de los charranes (*Sternidae*).

Aves más pequeñas como los paseriformes, también se encuentran en grandes concentraciones. Gracias a la actividad constante de los anilladores y observadores de la zona se han citado muchas especies raras, ya no sólo para Cataluña, sino incluso para la Península Ibérica o Europa. Una de las especies más raras del mes de noviembre de 1998 fue el coliazul cejiblanco (*Tarsiger cyanurus*).

4.2.3 Hábitats naturales y sensibilidad del medio natural

4.2.3.1 Hábitats naturales

Los hábitats más característicos e interesantes del delta del Llobregat son los siguientes:

- El sector litoral, en el área marítima,
- La playa,
- El pinar litoral,
- Las marismas, de aguas permanentes y temporales.
- Los cultivos y eriales
- **Zonas humanizadas** que a pesar de no tratarse propiamente de hábitats naturales, proporcionan lugares idóneos de cría a especies que en otros tiempos sólo criaban en acantilados o zonas rocosas. Se trata, sobretodo, de las casas más antiguas con tejados de teja y paredes de piedra o barro.

4.2.3.2 Espacios naturales protegidos

En 1988, por el Decreto 299/1988, se declaraban las dos reservas naturales actualmente existentes, la Reserva Natural Parcial de *Ricarda-Ca l'Arana*, más próxima al Llobregat y que en parte se ve afectada por el desvío del río y la ampliación del puerto de Barcelona, y la Reserva Natural Parcial de *Remolar-Filipines*, al lado del aeropuerto del Prat.

Estas mismas reservas se encuentran incluidas en el *Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN)*, aprobado por la Generalitat de Catalunya en 1992. La inclusión de esta zona se debe a la gran importancia en el paso en migración de numerosas especies de aves, y a la cría de algunas especies ya citadas en el apartado de la fauna.

En 1995, con fecha de 30 de junio, se declararon algunos espacios ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), y de acuerdo con la Directiva 79/409/CEE, relativa a la Conservación de las Aves silvestres. Estos espacios ZEPA ocupan un total de 574 Ha., con el sistema lagunar de la *Ricarda y Ca l'Arana*, que se ve afectada directamente en unas 7 hectáreas por el proyecto en estudio. Otros espacios ZEPA son *El Remolar - Filipines*, el litoral del municipio del Prat de Llobregat, *Els Reguerons* y *La Murtra*.

También se tramitó la incorporación de esta zona en la lista de espacios naturales húmedos españoles en la Convención de RAMSAR, que acoge aquellos hábitats naturales húmedos de importancia internacional para las aves acuáticas. De momento, pero, todavía no se ha incluido.

Buen parte del Delta y orilla del río Llobregat se encuentran dentro de un Monte Público, por lo cual no se puede afectar a menos que se modifique la declaración de Monte Público.

Finalmente, no hay que olvidar que todas las zonas húmedas se encuentran protegidas aunque no se encuentren dentro de ningún espacio ya protegido. Esto significa que las zonas húmedas como hábitat deben ser protegidas y se debe evitar su alteración.

4.2.3.3 Sensibilidad del medio físico y natural

Las lagunas litorales se encuentran incluidas en la Directiva de Hábitats como hábitats a conservar y en parte es a causa de su fragilidad y la regresión que han sufrido. Son uno de los hábitats más sensibles del Delta del Llobregat, y aunque antiguas graveras se han recuperado como lagunas, difícilmente se pueden recuperar de forma íntegra (con la vegetación natural y el equilibrio ecológico que les correspondería). Por este motivo es importante no destruir ninguna de las que actualmente existen. En estos momentos en la zona afectada sólo quedan restos de la laguna de *la Podrida* que se ve totalmente afectada por el desvío del río, y parte del complejo lagunar de *Ca l'Arana*.

También los pinares de *Pinus pinea*, a pesar de ser secundarios, se encuentran incluidos como hábitats a conservar, tanto por las especies vegetales como por el refugio y alimento a la fauna que proporcionan. Algunos de estos pinares ya se encuentran amenazados actualmente por proyectos de urbanización.

A parte de los hábitats incluidos en la Directiva de Hábitats, hay que tener presente la playa y las marismas, ya que se encuentran en serio peligro de desaparición, a causa de la fuerte regresión del litoral desde la desembocadura del río Llobregat hasta la playa de la reserva natural de *Ca l'Arana*. Con el desvío del río hasta la playa de *Ca l'Arana*, se puede ver afectado el tramo de litoral que aún se conserva. A parte de la desaparición total de la playa en regresión, se puede dar el caso de regresión del resto de playa donde actualmente cría el chorlito patinegro.

4.2.4 Paisaje

El entorno del Puerto de Barcelona posee, como rasgos definitorios del paisaje, los siguientes:

- Componente paisagístico rural, es decir, fundamentalmente agrícola de su entorno
- La notable implantación industrial en continuo crecimiento por la llanura del delta del Llobregat a partir del área industrial de la Zona Franca

- Las unidades de paisaje natural constituidas por la interacción de formaciones húmedas de marismas y arenales de playa que se dan entre los límites de los campos de cultivos y la línea de mar

El **paisaje extrínseco** o del entorno es fruto de la expansión continuada de los cultivos agrícolas a lo largo de la historia socio-económica del delta y de la explotación de sus recursos naturales frente a una reducción a niveles testimoniales de las formaciones de marismas de llanuras de delta (caso de los estanques de la Ricarda y Ca l'Arana, los más cercanos).

La compatibilización de este binomio medio natural – medio agrícola ha favorecido la preservación de las unidades naturales de vegetación freatófita y la diversificación de las especies de la fauna, especialmente aves.

El **paisaje intrínseco** o del lugar donde está prevista la aplicación del Plan Director del Puerto de Barcelona, queda definido inicialmente por la morfología de la llanura deltaica abierta hacia el horizonte marítimo y sometida a visuales intrínsecas y de las unidades naturales e industriales que la envuelven.

Este paisaje es, actualmente, dinámico, en el sentido que la continua expansión de la actividad industrial en detrimento de la actividad agrícola comporta un cambio radical de la calidad visual y paisagística del lugar, además de afectar los vectores ambientales naturales de la llanura del delta.

El espacio central del escenario ya presenta en la actualidad notables elementos (Polígono Industrial Pratense, Infraestructuras, líneas eléctricas, etc.) que comportan un grado de artificialización paisagístico que se verá incrementado por la futura actuación.

La **diversidad** del paisaje está presente en las distintas unidades paisagísticas que dan entidad a toda la llanura del delta del Llobregat y que, a pequeña escala, se entrevén en este sector en estudio. Estas son las que se enumeran a continuación:

- **Paisaje de llanura**
- **Paisaje de costa**
- **Paisaje freatófito**
- **Paisaje de llanura agrícola**
- **Paisaje de área industrializada**

Se puede considerar que el conjunto, aun poseyendo un grado de naturalidad evidente y puesto de manifiesto en figuras de protección y conservación como la creación de Reservas Naturales Parciales, de los estanques de *La Ricarda – Ca l'Arana* y del *Remolar – Marina de Filipines*, la posterior inclusión de ambos espacios dentro del PEIN y la declaración de Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), también presenta un elevado grado de artificialización con claro exponente de paisaje periférico.

El entorno inmediato del área de actuación se considera, por los aspectos citados, como un paisaje bastante antropizado constituyendo lo que se llama un paisaje periférico, dada la dualidad formada por el binomio aprovechamiento agrícola/industrial – ecosistemas naturales.

Este tipo de sistema periférico, bajo los condicionantes que comporta la implantación de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, inducirá a una transformación paisagística que alterará significativamente el paisaje actual del sector del delta entre el futuro curso fluvial del río Llobregat y el actual Puerto de Barcelona afectando partes de los ecosistemas freatófitos, con más o menos dependencia del agua. Paisajes húmedos como *la Podrida* entre otros de menor importancia, se pueden ver afectados dada su fragilidad; esto sin afectar el paisaje de las áreas más frágiles protegidas por el PEIN ya a nivel de la Comunidad Europea por la ZEPA.

4.2.5 Medio socioeconómico

El modelo territorial catalán se caracteriza por un gran dinamismo económico en Barcelona y su conurbación, el cual se complementa con una potente red de ciudades intermedias, las cuales tienen una gran tradición productiva y una dinámica propia, presentando una estrecha interrelación con el entorno metropolitano de Barcelona.

No obstante, estas ciudades presentan una dinámica productiva propia de forma que se ha creado un modelo de interrelaciones bastante más complejo del que vendría determinado por la implantación de establecimientos industriales en una conurbación que, como la Barcelonesa, sufre un elevado grado de congestión.

Es previsible la sustitución del modelo territorial actual de concentración de la población y actividad en el entorno de Barcelona por otro basado en un núcleo potente y un sistema de ciudades intermedias competitivas, de forma que se generará un modelo productivo más competitivo que el actual para el conjunto de la economía catalana. Este modelo será especialmente beneficioso para las ciudades intermedias, que fortalecerán su dinamismo social intensificando su proceso de modernización.

El conjunto de la Región Metropolitana de Barcelona constituye en la actualidad la quinta área metropolitana de la Europa Comunitaria por su volumen de producción industrial.

El proceso de internacionalización de la economía del área metropolitana de Barcelona se ha acelerado en los últimos años, acompañado de un proceso de intensificación de las tendencias de descentralización de la actividad productiva.

Las inversiones industriales más importantes y más intensivas en capital han continuado concentrándose en las zonas próximas a Barcelona, especialmente en el Baix Llobregat y en el Vallès, siendo la mayoría de ellas multinacionales. Este proceso se ha visto favorecido por las ventajas concedidas a finales de los años 80 al Cinturón Industrial de Barcelona a raíz del programa de las Zonas de Urgente Reindustrialización.

Estructura sectorial de la ocupación

Destaca la importancia del volumen de ocupación en el municipio de Barcelona y la concentración en esta ciudad de la mayor parte de la ocupación terciaria del conjunto de la RMB. También cabe destacar el importante crecimiento de ocupación que experimenta Barcelona y la RMB entre 1986 y 1991. El municipio central crece en un 22,1 %, la primera corona metropolitana en un 45,5 % y la segunda corona metropolitana en un 29,5 %. Se trata de tasas de crecimiento extraordinariamente elevadas, que conviene contextualizar a escala española por la irrupción de una etapa de expansión económica muy intensa después de un dramático proceso de ajuste económico entre 1977 y 1985.

Demografía

La población de la RMB representa un 70 % de la población de Cataluña. La población permanece casi estancada tanto en el caso de Cataluña como de la RMB, pero se observan diferencias tanto de signo como de trayectoria. En el periodo de 1981-96, la población de Cataluña ha aumentado en 135.000 habitantes, de forma acumulativa. Sin

embargo, en el mismo periodo, la RMB ha perdido 10.000, resultante de una evolución negativa en los periodos 1981-86 y 1991-96, y positiva durante el quinquenio 1986-1990. Por tanto, resulta que el peso de la RMB dentro del conjunto de Cataluña ha pasado en realidad del 71,16 % en el 1981 al 69,43 % en el 1996.

Además de mantenerse el número de habitantes muy estacionario, la renovación interna es también muy reducida, debido a unos niveles muy bajos de la natalidad y la poca importancia de los flujos migratorios de entrada.

Este contexto de estabilidad demográfica contrasta con la extraordinaria vitalidad de los movimientos migratorios internos, los cuales adquieren un volumen incluso superior al que tuvieron las migraciones externas en su máximo histórico (años 60), y han pasado a ser el principal factor determinante de las actuales diferencias de crecimiento en el ámbito local.

Dichas migraciones internas responden a un cambio profundo por nuevos fenómenos económicos y sociales. La motivación básica de los movimientos no es, como en los de larga distancia, la economía (búsqueda del puesto de trabajo), sino sobre todo la residencial, ya sea para acceder a una primera vivienda o para mejorar respecto a la que se tenía.

Así, la población de Cataluña no crece, pero las migraciones internas favorecen una importante redistribución, tanto a escala urbana como territorial.

Perspectivas

La evolución observada en los últimos años muestra tendencias a emigrar más lejos y hacia municipios más pequeños.

Las actuales migraciones tenderán a incrementar en el futuro la movilidad obligada entre los centros y las periferias de estos espacios, de forma que aumentará su integración funcional interna y su caracterización como ámbitos dotados de una cierta especialidad diferenciada dentro del gran conjunto metropolitano.

Los municipios receptores tienen aún un margen de crecimiento considerable, pero empiezan a aparecer factores limitantes de esta rápida expansión, de forma que algunas localidades ya han empezado a limitar nuevos desarrollos.

La saturación de las infraestructuras de comunicación, presionadas por la elevada movilidad, podrían disuadir el retorno hacia el centro de nuevo, por la imposibilidad del sistema metropolitano de cubrir la demanda de transporte colectivo y vías de comunicación.

5 Principales impactos y medidas correctoras derivados de la implantación del Plan Director del Puerto de Barcelona

A partir del estudio del medio y del conocimiento previo de las acciones a realizar para la ejecución de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, se pueden prever los principales impactos que dichas obras pueden suponer sobre los diferentes elementos del medio.

A continuación se resumen estos impactos, y se describen las medidas correctoras necesarias para la minimización, corrección o compensación de sus efectos, para cada elemento del medio afectado.

5.1 Principales impactos

5.1.1 Dinámica litoral

Aterramiento de la nueva desembocadura del río Llobregat

El diseño actual de la futura desembocadura del río Llobregat tiene el riesgo de ser ineficiente pocos años después de su entrada en funcionamiento, debido a la colmatación de dicha desembocadura por la acumulación de material sedimentario.

Por otra parte, la presencia del contradique de la ampliación del puerto provocará que, por el efecto de basculamiento, se produzca una acumulación adicional de sedimentos en la zona de sombra de dicho contradique, decir, justo en la desembocadura del río Llobregat.

Ambos fenómenos provocarán sin duda un aterramiento de la desembocadura que hará imposible un normal desguace del río Llobregat al mar.

Se trata de un impacto que puede calificarse de severo.

Regresión del delta

La incidencia de la obra sobre estas variables ambientales se asocia fundamentalmente a las obras de defensa (dique y contradique) y puede manifestarse en los siguientes aspectos:

- **Modificación de la propagación del oleaje:** modificación tanto de las pautas de presentación y a su vez la capacidad y/o sentido del transporte sedimentario en las zonas próximas al puerto, perturbando la dinámica evolutiva del entorno.

Como consecuencia cabe suponer la formación de playas a resguardo de los diques.

- **El efecto barrera sobre el tránsito sedimentario:** interceptación de la masa sedimentaria transportada a lo largo de la costa. Este fenómeno es el responsable de los efectos que puede producir en la evolución costera la implantación portuaria, incluso a grandes distancias.
- **Modificación de las corrientes de fondo** (que son las que poseen capacidad de arrastre sobre las partículas) a causa de la alteración batimétrica.
- **Retirada de sedimentos de la profundidad activa de transporte** con lo que se reduce la masa de materiales integrados al flujo litoral.

Pérdida de superficies de playa

A parte de la pérdida de playas por el aumento de la regresión que previsiblemente puede sufrir el delta del Llobregat, se perderá igualmente una superficie significativa de playas por ocupaciones directas (toda la playa que actualmente se extiende entre el cauce del Llobregat y el futuro cauce una vez haya sido desviado. Se trata de un impacto severo, con numerosas sinergias (naturales y socioeconómicas) para cuya mitigación solo cabe prever medidas compensatorias.

5.1.2 Acuíferos

Ascensión del acuífero superficial

El acuífero superficial descarga hacia el mar una fracción apreciable del agua que se recarga. El funcionamiento es complejo porque, en la actualidad, gran parte de la recarga corresponde a los excedentes de regadío y una proporción importante de la misma descarga hacia los múltiples drenes que existen en la zona agrícola.

A partir de un modelo teórico aplicado por Jesús Carrera y Xavier Sánchez-Vila, del Departamento de Ingeniería del Terreno de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puerto de la Universidad Politécnica de Cataluña (Ver Anejos), se deduce que el incremento del nivel freático del acuífero superficial por desplazamiento de la línea de costa será de alrededor de unos 0,77 m, aproximadamente, en la zona de estudio.

Los efectos de este ascenso de niveles pueden sintetizarse en:

1. Potencial encharcamiento en las zonas más deprimidas si no están bien drenadas. Debe notarse que esto puede suceder en períodos de lluvia independientemente de la posición del nivel freático.
2. Aparición de eflorescencias blanquecinas en las zonas en las que la superficie del terreno queda más próxima al nivel freático, causadas por la evaporación del agua subterránea y la precipitación en superficie de las sales que contiene. Esto tenderá a ocurrir en verano y puede conducir a una cierta salinización del suelo. Debe añadirse que, junto a estas dificultades, la proximidad del nivel freático también ofrece algunas posibilidades de jardinería interesantes (utilización de plantas freatofíticas, que contribuirían a bajar el nivel, creación de estanques mantenidos de forma artificial, etc.)
3. Movilización de posibles contaminantes que hayan quedado en la zona no saturada.
4. Entrada de agua en sótanos y excavaciones que hayan sido construidas sin prever el nivel freático. Hay que matizar que el ascenso previsto es como máximo de 77 cm por lo que serán pocas las construcciones que, sin estarlo en estos momentos, puedan llegar a verse afectadas por este fenómeno.

En resumen, los impactos derivados del ascenso de niveles del acuífero superior son moderados y de fácil corrección.

Intrusión salina en el acuífero superficial

Los rellenos y dragados derivados de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona no contribuirán a empeorar la situación del acuífero superficial, dada la baja calidad del mismo en la actualidad. Dada esta baja calidad del acuífero, las posibles interacciones entre las obras y la calidad del acuífero se caracterizan como impactos compatibles.

Alteración de la calidad del acuífero profundo

El dragado del fondo del puerto de Barcelona hasta la cota -16 bajo todo el espejo de agua encerrado por la ampliación, y los dragados de saneo para el asentamiento de los nuevos diques, supone realizar un dragado de entre 400 y 800 m. de la línea de costa actual.

A priori, y a la vista de los perfiles obtenidos a partir de los sondeos existentes, se puede afirmar que no se afecta en modo alguno al acuífero profundo. En todo caso, se llega a afectar el sector más superficial de la capa de limos que configura el acuitardo, quedando siempre a mucha distancia del acuífero profundo.

No obstante, la información que se tiene sobre la estructura hidrogeológica por debajo del medio marino es poca, dada la poca cantidad de sondeos existentes. Por este motivo, se ha realizado un cálculo de la posible afección que supondría el dragado en el caso de que llegara a cortar la capa de limos (Jesús Carrera y Xavier Sánchez-Vila, 1999 - ver anejos -). El resultado es que, el aumento del cabal de agua de mar hacia el acuífero profundo causado por el dragado se cifra entre 150 y 750 m³/día, valores despreciables comparados con los actuales.

En resumen, se trata de un impacto inexistente o, en todo caso, si se llega a producir el corte de la capa de limos, compatible.

5.1.3 Impactos sobre el medio provocados por los materiales de dragado

Para dar calado en toda la zona de ampliación del puerto de Barcelona, así como para sanear las bases sobre las que se asentarán los diferentes elementos de la nueva infraestructura, se realizarán operaciones de dragado.

Los materiales procedentes de dragado son un potencial riesgo para la preservación de los valores naturales según sea su gestión. En el conjunto de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, los materiales de dragado pueden tener tres destinos diferentes:

1. Para relleno de diques y muelles
2. Para regeneración y creación de playas
3. Vertido en vertederos controlados

Tanto el primer como el segundo caso serían opciones que compensarían, por una parte la gran demanda de material para la ejecución de las obras y, por otro lado, la posible afección de la ampliación portuaria sobre la línea litoral situada al sur de la nueva desembocadura del Llobregat. La opción 1, además de ser más económica, ahorra la extracción y transporte de material foráneo para el relleno de nuevos diques y muelles, con los beneficios ambientales que esto comporta. La opción 2 significaría la creación de nuevas zonas equiparables a las áreas que se perderían en el aumento de los procesos de regresión del delta del Llobregat.

La tercera opción, vertido del material dragado en vertederos controlados, sólo se debe tener en consideración en el caso de que el material, por sus características físico-

químicas, no pueda ser utilizado en ninguna de las dos opciones precedentes. En este caso, el impacto producido por la gestión del material de dragado radicaría en la ocupación física de las áreas elegidas como vertedero y su posible contaminación dependiendo de la calidad del material vertido.

5.1.4 Calidad de las aguas

Alteración de la calidad de las aguas en el medio marino

La estructura física de todo tipo de puerto implica un abrigo de aguas interiores que quedan protegidas de la dinámica litoral general de la zona y, como consecuencia, una limitación en las tasas de intercambio con las aguas exteriores (en una proporción que varía en función de la superficie de aguas abrigadas y de la amplitud de la bocana, según fórmula matemática expresada por GELONCH & CARRERAS, 1983). En estas condiciones, la tendencia es a incrementar el grado de eutrofia: una mayor disponibilidad de nutrientes, un incremento térmico, una producción biológica más alta, una mayor biomasa de seston (expresable en términos de clorofila), una mayor concentración de materia orgánica y, probablemente, una disminución en el grado de saturación de oxígeno disuelto.

Por tanto, la tendencia hacia una mayor eutrofia es una condición general de cualquier puerto, que puede verse agravada o moderada en función de la carga total de contaminación recibida (a través de los equipamientos en tierra o de las embarcaciones usuarias de la instalación). El resultado final son unas aguas portuarias de calidad distinta a las del entorno litoral, que pueden quedar modificadas también por las aguas que sean exportadas a través de la bocana.

Este marco general conoce dos situaciones específicas perfectamente diferenciadas:

- (a) en la fase de obras los materiales finos que pueden ser puestos en resuspensión a consecuencia de la movilización de materiales
- (b) en la fase de operación, los vertidos procedentes de los buques

Por último, hay que considerar el efecto sinérgico de los sedimentos sobre la calidad del agua: los excedentes de materia orgánica acumulados en los sedimentos superficiales es mineralizada y una parte de los nutrientes se incorporan a la columna de agua en un proceso acumulativo (de feed-back positivo) en el tiempo.

Alteración de la calidad de los sedimentos superficiales

La ampliación del puerto implica un traslado de materiales sedimentarios, que deberán ser retirados de la zona prevista para las dársenas (a fin de obtener los calados previstos) y para los diques (saneamiento de la base) para destinarlos a:

- Un uso productivo en el continente (según CEDEX) que evita cualquier impacto adicional sobre el medio marino.
- El vertido entre el medio marino, siempre que los materiales no incluyan volúmenes de Categoría III. En esta alternativa se alteran los sedimentos de la zona receptiva.

En el impacto sobre los sedimentos se han valorado otros dos aspectos: por un lado, el dragado va a suponer una resuspensión de finos que quedarán acumulados en las capas superficiales (en cuantía que dependerá de la idoneidad de los medios que se utilicen) y el riesgo de una mayor eutrofia de las aguas abrigadas de las futuras dársenas puede suponer una mayor concentración de materia orgánica en el sedimento en contacto con la columna de agua.

Por otro lado, el conjunto de proyectos incluidos en el Plan Director suponen asimismo diversos impactos sobre la calidad y estructura de los sedimentos:

- La transformación de parte del espacio sedimentario actual por estructuras de sustrato duro a través de la implantación de diques, muelles y rellenos.
- La aportación inicial de un volumen de áridos a poniente del contradique a fin de que la playa alcance su perfil de equilibrio
- La aportación anual de materiales para compensar la interrupción del flujo sedimentario

5.1.5 Impactos en zonas de préstamo de materiales y durante su transporte

Impactos derivados de la extracción de los materiales de relleno para los nuevos diques y muelles

La gran cantidad de material necesario para la construcción de diques y relleno de muelles comportará la necesidad de importación de materiales foráneos, procedentes de extracciones, ya sea en medio marino o en medio terrestre.

Los impactos producidos por dichas extracciones son básicamente los siguientes:

- Pérdida de suelos (recurso natural)
- Pérdida de las comunidades naturales para las que el suelo es el soporte físico básico.
- Aumento de los fenómenos de erosión y aumento de la aridez de la zona.

Estos tres impactos básicos tienen una serie de sinergias que, según la magnitud de la actividad extractiva y su duración temporal, pueden llegar a afectar a una zona sensiblemente más amplia que la propia ocupación de la actuación.

El impacto producido por una actividad extractiva podría llegar a ser, en el peor de los casos, crítico, si no se aplicaran las medidas preventivas adecuadas y según donde se produjera la extracción.

Impactos derivados del transporte de materiales desde los puntos de extracción hasta la zona de obra (diques y muelles)

La gran cantidad de material necesario para la construcción de diques y relleno de muelles comportará la necesidad de importación de materiales foráneos, procedentes de extracciones, ya sea en medio marino o en medio terrestre.

Los impactos producidos por el transporte de tal cantidad de materiales se pueden sintetizar en::

- Aumento de la intensidad de circulación en determinados puntos de la red, por incremento de frecuencia de paso de vehículos pesados, con las consiguientes repercusiones para la seguridad viaria y la fluidez del tráfico.
- Aumento de las emisiones atmosféricas y acústicas

Estos impactos pueden llegar a ser, según la zona en que se produzcan, severos.

5.1.6 Hábitats y comunidades naturales

Modificación de hábitats y comunidades naturales del medio marino

Las comunidades bentónicas presentan dos modelos fundamentalmente distintos de organización (en función de los flujos de materia y energía): comunidades de sustrato blando (que a su vez están condicionadas por la granulometría del sedimento ya que su estructura es muy distinta según sea fangos, arenas o gravas) y comunidades de sustrato duro. Las obras contempladas en el Plan Director van a suponer:

- Sustitución de zonas de sustrato blando por otras de sustrato duro (obras de abrigo y muelles): en consecuencia, los poblamientos bentónicos serán fundamentalmente distintos.
- Modificación de la granulometría en el caso que las nuevas capas del fondo, una vez completado el dragado, presenten una estructura física distinta a la actual. Es sólo un riesgo ya que no hay certeza que este impacto se produzca.
- Aportación de arenas para la formación de playas y compensación de la alteración del balance sedimentario

Como consecuencia, los poblamientos bentónicos en la zona, como resultado de la ampliación del puerto, serán distintos a los actuales, con la aparición de un tipo de comunidades (de sustrato duro) que ahora apenas están representadas en la zona.

Destrucción de las comunidades bentónicas

Las comunidades bentónicas, debido a que mantienen una estrecha relación con el sustrato, resultan afectadas por las actuaciones asociadas al proyecto que significan la modificación de las condiciones actuales del sedimento superficial (a causa de los dragados y de la construcción de las obras de defensa y muelles).

Estas comunidades ocupan exclusivamente la capa más superficial del sedimento (aproximadamente 30-35 cm iniciales) de modo que el grado de impacto depende más de la superficie de actuación que del volumen de materiales implicados. Los nuevos sedimentos aflorantes, en una primera fase, serán abióticos pero experimentarán un rápido proceso de recolonización a partir de las comunidades adyacentes, excepto en los puntos de construcción de diques en que este proceso no será posible. Se producirán, asimismo, unos excedentes de materiales que por sus condiciones (exceso de finos) es probable que deban gestionarse mediante un vertido marino: en este caso, las comunidades bentónicas de las zonas receptoras quedarán colmatadas por nuevas capas de materiales sedimentarios, de características distintas.

Este impacto se relaciona con el que se produce sobre la calidad y estructura de los sedimentos, debido a la dependencia del bentos de las condiciones del medio.

Debe considerarse asimismo un impacto sobre las comunidades que ocupan parcelas del medio marino que puedan utilizarse como receptoras de los excedentes de materiales de dragado.

Alteración de las condiciones de cría de las aves

Con las obras en proyecto se provocará una pérdida de zonas de cría. La más clara es la del 40% de parejas de **Chorlitejo patinegro** (*Charadrius alexandrinus*) que crían en la playa. Este 40% corresponde al tramo de playa que directamente queda afectado por las obras y el desvío del río, aunque esta población ya se ve actualmente afectada por la regresión de la playa. Otra gran parte de la población de chorlitejo patinegro cría justo en el límite del canal de *Beïtes*, por debajo de *Ca l'Arana* y que, aun no quedando destruido, puede verse afectado por la proximidad del río después de su desvío y por la regresión de la playa.

También se pierden zonas de cría de otras aves de marisma en la zona de *La Podrida*, antigua laguna que actualmente se encuentra ocupada por una marisma.

Finalmente, aún no tratándose de una zona estrictamente natural, los campos de cultivo de alcachofas son una zona muy importante de cría de *Motacilla flava*. Este pequeño pájaro normalmente cría en marismas, pero en el delta del Llobregat se ha adaptado a criar en los campos de cultivo de alcachofas.

En caso de llegar a alterar la laguna de *Ca l'Arana*, se puede ver afectada una zona de cría de *Ixobrychus minutus*, especie muy rara y que da importancia internacional al delta. Esta laguna también aloja muchas otras especies que crían en ella.

Aparte de la pérdida directa de zonas de cría, también cabe tener presente el efecto de aislamiento que pueden sufrir las dos reservas naturales. Cualquier espacio natural necesita una zona amortiguadora alrededor que atenúe la presencia humana y la agresividad de las infraestructuras en proyecto. Actualmente esta zona amortiguadora está formada por descampados y campos de cultivo. Muy importante para los animales que buscan comida durante la época de cría y para poder alimentar sus crías, así como para la dispersión inicial de los ejemplares jóvenes.

Es fácil imaginar el impacto que pueden sufrir las aves jóvenes que consiguen salir del nido una vez se encuentren todas las infraestructuras previstas, alrededor de los espacios naturales. Los accidentes pueden ser más frecuentes de lo que ya son actualmente en el aeropuerto y las carreteras de los alrededores.

Impactos sobre las aves migratorias

Toda la superficie afectada es una parada actual de muchas especies que pasan en migración y se paran en el delta para descansar. Ya se ha comentado que el delta del Llobregat es un punto de reposo importante en la migración de muchas especies. En Cataluña, los *Aiguamolls de l'Empordà*, el delta del Llobregat y el delta del Ebro son los lugares más importantes de paso en migración y se encuentran dentro de una de las rutas principales de la Europa occidental.

Aunque se conserven las dos reservas naturales actualmente protegidas, su poca extensión y el efecto isla en medio de todas las infraestructuras previstas en esta zona, puede afectar la seguridad de los animales que quieran pararse en la zona. Como ya se ha dicho anteriormente, cualquier espacio natural necesita una zona periférica medianamente conservada y natural que sirva de zona amortiguadora (efecto tampón).

Afecciones sobre los dormideros de avifauna

En los eucaliptos plantados que existen a unos 700 m de la desembocadura del río Llobregat se ha ido consolidando un dormidero de cormoranes (*Phalacrocorax carbo*), de hasta a 300-400 ejemplares.

Justo en los cañizares de las orillas del río, en el mismo tramo, también se ha ido consolidando un dormidero de ardeidas, de hasta 800 ejemplares, con *Ixobrychus minutus*, *Ardea cinerea*, *Bubulucus ibis*, *Egretta garzetta*, etc.

Afecciones sobre las zonas especiales de protección de las aves (ZEPA) y zonas húmedas

En 1995, con fecha de 30 de junio, se declararon algunos espacios ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), y de acuerdo con la Directiva 79/409/CEE, relativa a la Conservación de las Aves silvestres. Estos espacios ZEPA ocupan un total de 574 Ha., con el sistema lagunar de la *Ricarda y Ca l'Arana*, que se ve afectada directamente en unas 7 hectáreas por el proyecto en estudio. Otros espacios ZEPA son *El Remolar – Filipines*, el litoral del municipio del Prat de Llobregat, *Els Reguerons* y *La Murtra*.

También se tramitó la incorporación de esta zona en la lista de espacios naturales húmedos españoles en la Convención de RAMSAR, que acoge aquellos hábitats

naturales húmedos de importancia internacional para las aves acuáticas. De momento, pero, todavía no se ha incluido.

Finalmente, no hay que olvidar que todas las zonas húmedas se encuentran protegidas aunque no se encuentren dentro de ningún espacio ya protegido. Esto significa que las zonas húmedas como hábitat deben ser protegidas y se debe evitar su alteración.

Desagües al mar de acequias y lagunas de los espacios naturales

Una de las medidas compensatorias más importantes que comportará el Plan Director del Puerto de Barcelona es la creación de la nueva playa al sur del dique de encauzamiento del río Llobregat.

Esta nueva playa, comportará un avance de la línea de costa respecto a la actual, pudiendo llegar a impedir el mecanismo de desagüe de los distintos cursos de agua en el delta (principalmente la *Bunyola*) y alterando la dinámica de comunicación existente actualmente entre la laguna de la *Ricarda* y el mar.

Se trata de un impacto severo, sobre el que deben aplicarse medidas correctoras.

5.1.7 Paisaje

Alteración de las visuales extrínsecas

Las dos visuales extrínsecas más significativas sobre las nuevas infraestructuras son las siguientes:

- (a) Cuencas visuales con el punto de observación en el delta mismo delta del Llobregat.
- (b) Cuencas visuales con el punto de observación desde puntos elevados, principalmente desde la montaña de *Montjuïc*.

La alteración de estas visuales depende, básicamente, de su fragilidad. Entre otros parámetros, la fragilidad de una visual varía según la cota, según la heterogeneidad y según la frecuentación.

- Cota: La visual 1 es menos sensible, frágil, que la visual 2.
- Heterogeneidad: La visual 1 es más frágil que la visual 2.
- Frecuentación: Ambas visuales extrínsecas pueden considerarse equivalentes.

Mientras que las visuales desde *Montjuïc* ofrecen **cota**, las visuales desde el delta del Llobregat (zonas colindantes con las nuevas infraestructuras) ofrecen **homogeneidad**.

Por lo que respecta a la intensidad del cambio cualitativo de visuales, es evidente que las que más afectadas se ven son las de la zona del Delta del Llobregat, ya que se trata de la transformación de un espacio natural y agrícola a un espacio industrial. El cambio sufrido por las visuales desde *Montjuïc* es, básicamente, de magnitud, ya que se verá ampliado un tipo de paisaje ya visible desde dicho punto de observación, pero no su transformación radical.

En conclusión, se puede caracterizar el impacto sobre las visuales extrínsecas como de compatible para las visuales desde *Montjuïc* y de severo para las visuales con puntos de observación en la zona del delta.

Alteración de las visuales intrínsecas

La implantación de una serie de infraestructuras industriales en una zona originalmente natural y agrícola comportará, necesariamente, una alteración de las visuales intrínsecas de la zona. El impacto representado por la alteración de las visuales se puede calificar de compatible, dada la naturaleza de los observadores de estas visuales, ya que se tratará única y exclusivamente de personas relacionadas con las nuevas actividades industriales portuarias.

5.1.8 Atmósfera

Contaminación atmosférica y sónica

Este impacto es común a cualquier proceso constructivo y se relaciona con las emisiones de contaminantes atmosféricos (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, etc.) y ruidos generados por la maquinaria marítima de la obra (fundamentalmente en el dragado y transporte de materiales por vía marítima). Este impacto debe considerarse conjuntamente con el que se ejerce sobre el medio continental con la diferencia que en este caso, el alejamiento de los núcleos habitados, hace que el principal receptor (la población humana) resulte muy poco alterada.

5.1.9 Medio socioeconómico

Incremento de la circulación

La existencia de nuevas vías de acceso a las nuevas infraestructuras del Barcelona (ZAL), junto con el aumento del movimientos que se producirán, comportarán un incremento sustancial de la circulación en la zona más meridional del Puerto, lo cual puede afectar a la fluidez del tráfico en la zona, comportando perjuicios de tipo socioeconómico a la población de la zona no vinculada al puerto y al conjunto de las personas y empresas que, por algún motivo, deban acceder al mismo.

Por otro lado, si no existe una señalización viaria clara, la confusión en las distintas rutas a tomar por parte de los conductores de vehículos que quieran acceder al puerto o salir hacia las principales vías de comunicación, puede provocar pérdidas económicas (sobre todo en el transporte de mercancías) y situaciones de peligro para el tráfico rodado.

Afecciones sobre las actividad pedagógica y lúdica de la zona del delta

El delta del Llobregat, no sólo es importante desde el punto de vista natural y por la fauna, sino que también es un lugar de visita para una buena parte de la población de las ciudades de sus alrededores.

La población de los barrios del Prat de Llobregat acostumbran a pasar los domingos en la playa del Prat, sobre todo entre *Cal Beïtes* y *La Podrida*. La desaparición de estos parajes por el proyecto de ampliación del Puerto de Barcelona y el desvío del río Llobregat puede provocar un incremento de la presión sobre el resto de espacios naturales que queden en la zona. Esta presión será especialmente importante en la Reserva Natural de *La Ricarda – Ca l'Arana*.

Además de un uso social lúdico, en la zona afectada también se desarrolla, en la actualidad, una actividad pedagógica, sobre todo en las cercanías de la desembocadura del río Llobregat, en las playas y marismas. Aunque este tipo de actividades se podrán continuar ofreciendo en el resto del delta, la pérdida del tramo afectado no es despreciable.

Finalmente, remarcar la existencia de rutas para peatones y ciclistas en todo el ámbito del delta del Llobregat, algunas de las cuales se verán interceptadas por las nuevas infraestructuras.

5.2 Principales medidas preventivas, correctoras y compensatorias

5.2.1 Dinámica litoral

Aterramiento de la nueva desembocadura del río Llobregat

Para evitar el aterramiento producido por el efecto de basculamiento debido a la presencia del contradique en la margen izquierda de la desembocadura del río, se construirá un espigón en el margen derecho de dicha desembocadura, con lo cual el efecto de basculamiento se producirá al sur del margen derecho de la desembocadura del río Llobregat, ampliándose la superficie de playa en este sector. El contradique de la ampliación del puerto de Barcelona y el espigón contribuirán, asimismo, a canalizar el río hasta cotas que permitan la incorporación del aluvión a la dinámica litoral.

Regresión del delta

Las principales medidas correctoras son:

- Aportación de una cantidad inicial de materiales a poniente del contradique hasta alcanzar una playa en equilibrio, restituyendo las retenciones históricas ejercidas por el dique de levante del puerto de Barcelona
- Aportación de una cantidad anual de materiales equivalente a la que será retenida por las nuevas obras de defensa del puerto ampliado

La construcción del espigón en el margen derecho de la nueva desembocadura del río Llobregat para evitar el aterramiento de ésta, contribuirá a maximizar la superficie de equilibrio de la playa creada al sur de esta estructura. Por otra parte, la existencia de esta playa evitará la regresión del delta por erosión.

Pérdida de superficies de playa

Las medidas compensatorias se basan en la creación de nueva superficie de playas, para lo cual será efectiva la creación del dique derecho de encauzamiento del río Llobregat y una aportación de materiales para mantener una situación de equilibrio de la nueva playa formada. Dichos materiales deben ser aptos (granulométricamente y químicamente) para formar parte de playas emergidas sobre las que se pueda desarrollar una actividad natural y social igual o superior a las superficies de playa desaparecidas.

5.2.2 Acuíferos

Ascensión del acuífero superficial

- Diseñar un sistema de drenaje. Existen varias posibilidades: pozos, zanjas drenantes, ya sea una paralela a la línea de costa o varias perpendiculares, etc. No se recomienda el drenaje mediante tuberías de paredes permeables con flujo de lámina libre porque en dichas paredes tenderá a desarrollarse una película biológica que las colmatará.
- Recurrir a la ingeniería convencional para convivir con el freático alto. Ello implica un buen drenaje superficial (probablemente con cunetas hundidas y de material permeable en los puntos de cota más baja); asegurar que todos los sótanos y construcciones subterráneas estén bien impermeabilizados; dar unas pautas de jardinería coherentes con la proximidad del nivel freático, etc.

Intrusión salina en el acuífero superficial

Dado que el impacto se considera inexistente o, a lo sumo, compatible, no se requieren medidas correctoras.

Alteración de la calidad del acuífero profundo

De los cálculos realizados por Jesús Carrera y Xavier Sánchez-Vila, se deduce que, en caso de llegar a cortarse la cuña de limos, el aumento de entrada de agua salada en el acuífero profundo sería despreciable en comparación con el resto de elementos que intervienen en el balance hidrogeológico del acuífero.

En la fase de proyecto constructivo, sería conveniente una campaña de sondeos hidrogeológicos en toda la ocupación de los diferentes elementos constructivos del Plan Director que requieran de dragados, para confirmar, en su caso, la inexistencia o la compatibilidad de este impacto.

5.2.3 Impactos sobre el medio provocados por los materiales de dragado

El material procedente de dragado que, por sus características físico-químicas, pueda ser utilizado en relleno de muelles y diques o en la creación y regeneración de playas, será utilizado para estos fines.

El material procedente de dragado que, por sus características físico-químicas, no pueda ser utilizado ni para relleno de diques y muelles ni para creación o regeneración de

playas, dragado no se verterá zonas de depósito de forma indiscriminada. La gestión de este material se realizará según las recomendaciones del CEDEX (Nivel de Actuación 2). Mediante la metodología expuesta en las recomendaciones del CEDEX para el vertido de materiales procedentes de dragado de la Categoría II, se elegirá una zona de vertido en el mar y se solicitarán las correspondientes autorizaciones para utilizarlo. La descarga del vertido del material en el vertedero en medio marino se hará con barcaza equipada con una tuberías de evacuación, de forma.

5.2.4 Calidad de las aguas

Alteración de la calidad de las aguas en el medio marino

- Diseño de la instalación de modo que no limite en exceso la tasa de renovación
- Incrementar las tasas de renovación del agua en el interior de las dársenas. En este sentido, la nueva bocana que está previsto abrir en la zona del *Port Vell* supone una medida correctora eficaz, aunque su objetivo principal sea otro.
- Evitar la resuspensión de finos durante el dragado y también durante la construcción de muelles: se recomienda el uso de un geotextil e incluso realizar los dragados con la cuchara en el interior de un recinto de este material.
- Control en las operaciones de carga del gánguil para evitar reboses.
- Eliminar cualquier vertido líquido al interior de las dársenas, con un control eficaz de las embarcaciones. El proyecto contempla las instalaciones para el cumplimiento del convenio MARPOL
- Construcción de colectores para la recogida de aguas pluviales y su conducción fuera del recinto portuario

Alteración de la calidad de los sedimentos superficiales

- Reducir los volúmenes de materiales sobrantes que deben verterse al medio marino mediante un uso productivo en el continente de la fracción que presenta un carácter apropiado.
- Proponer alternativas constructivas que reduzcan los dragados para asentamientos de diques (cajones en lugar de escollera) y la ocupación del medio marino. Además, los cajones pueden rellenarse, al menos en parte, con los excedentes de dragado.
- Utilizar áreas de vertido marino ya usadas en el pasado.

- Uso medios de dragado poco impactantes
- Limitación de la eutrofia en el interior de las aguas abrigadas
- Realización de las obras de dragado y rellenos con la utilización de recintos de geotextil
- Dragados de saneamiento del medio litoral no estrictamente relacionados con las instalaciones portuarias (medida compensatoria)

5.2.5 Impactos sobre el medio en zonas de préstamo de materiales y durante su transporte

Impactos derivados de la extracción de los materiales de relleno para los nuevos diques y muelles

- El material foráneo provendrá de canteras debidamente legalizadas y con el correspondiente proyecto de restauración de acuerdo con la Ley 12/1981 y el Decreto 343/83 de la *Generalitat de Catalunya*.
- Estudio previo para localizar los emplazamientos de extracción de materiales y la modalidad de transporte más adecuada a las necesidades. - *Ver síntesis de dicho estudio en anejos.* –
- Elaboración de proyectos de clausura y restauración de los emplazamientos de las actividades extractivas en el medio terrestre.
- Aplicación de las tecnologías y metodologías extractivas más adecuadas para la posterior completa restauración (controlar pendientes de taludes, accesos, circulación de vehículos, gestión de residuos, etc.)

Impactos derivados del transporte de materiales desde los puntos de extracción hasta la zona de obra (diques y muelles)

La modalidad de transporte elegida para la importación de materiales foráneos a la obra será por medio marino, siempre que sea posible. De esta forma se ahorrarán viajes (ya que la capacidad de carga por mar es muy superior a la capacidad de carga por carretera) y se liberarán las vías de acceso terrestre al puerto. Se facilitarán, también, las operaciones de descarga, ya que esta se producirá, en la mayor parte de los casos, en medio marino.

5.2.6 Hábitats y comunidades naturales

Modificación de hábitats y comunidades naturales del medio marino

- Diseño adecuado de las obras para optimizar su carácter biogénico
- Reducción de la ocupación del medio litoral a través de tipologías constructivas adecuadas
- En caso de adoptar la solución de diques verticales, construcción de un arrecife artificial para incrementar la biomasa del área.

Destrucción de las comunidades bentónicas

- Control y vigilancia de la aparición de especies exóticas que puedan ser de carácter tóxico.
- En el caso de la existencia de excedentes de dragados, deberán ser vertidos en parcelas del medio litoral ya utilizadas en el pasado

Alteración de las condiciones de cría de las aves

- Conservación de los hábitats de cría de la avifauna (zonas de bosque de ribera).
- Habilitación de nuevas áreas aptas para la cría de la avifauna, que sustituyan a las zonas perdidas por la implantación de la nueva infraestructura.

Impactos sobre las aves migratorias

Seguimiento por parte de equipo científico de la avifauna del Delta del Llobregat, en la zona de los espacios naturales protegidos, con el fin de evaluar los efectos de la proximidad de las nuevas infraestructuras. Este seguimiento debería llevarse a cabo desde antes del inicio de las obras y prolongarse por espacio de 5 años desde la finalización de las mismas, para comparar la situación actual con la futura y caracterizar y evaluar de forma precisa el impacto producido.

Afecciones sobre los dormideros de avifauna

- En el área ocupada por la ZAL se procurará dejar intactos el máximo de efectivos arbóreos de la vegetación de ribera existente en el cauce actual del río Llobregat, aprovechándolos para la creación de las zonas verdes ya previstas en el Plan Especial de la ZAL.
- Seguimiento por parte de equipo científico de la avifauna del Delta del Llobregat, en la zona de los espacios naturales protegidos, con el fin de evaluar los efectos de la proximidad de las nuevas infraestructuras. Este seguimiento debería llevarse a cabo desde antes del inicio de las obras y prolongarse por espacio de 5 años desde la finalización de las mismas, para comparar la situación actual con la futura y caracterizar y evaluar de forma precisa el impacto producido.

Afecciones sobre las zonas especiales de protección de las aves (ZEPA) y zonas húmedas

- Modificación de la margen derecha de la sección del nuevo cauce de aguas bajas del río Llobregat, permaneciendo constante la sección desde el PK 1+964 hasta la desembocadura y manteniéndose ambas márgenes paralelas, alcanzando una reducción máxima de 40 m. en la anchura de la sección proyectada inicialmente a la altura de la laguna de *Ca l'Arana*. Esta medida tiene por objeto el no afectar a la laguna de *Ca l'Arana*, situada en el interior de la ZEPA y del PEIN, y reducir al mínimo la afección a la franja de vegetación periférica asociada a la misma.
- Desplazamiento hacia el sur de la mota de la margen derecha de la llanura de inundación. Con la finalidad de evitar la fragmentación del espacio de la reserva natural, se desplazará la mota de la margen derecha de la llanura de inundación hacia el sur, desde su actual situación en el camino de *Cal Tet* hasta la margen izquierda del canal de *la Buñola*, apoyándose así sobre un límite natural ya existente. Con ello se logra también preservar las zonas de interés sobre las que actualmente está proyectada la mota e incrementar la superficie de la zona de inundación para grandes avenidas. La prolongación de la mota siguiendo el canal de *la Buñola* se hará abarcando el máximo posible de terreno de la actual reserva natural y de forma que su delimitación por el oeste llegue al menos hasta el límite de la reserva.

Ambas medidas se contemplan ya en la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de encauzamiento del río Llobregat desde el puente de Mercabarna al mar.

- Seguimiento por parte de equipo científico de la avifauna del Delta del Llobregat, en la zona de los espacios naturales protegidos, con el fin de evaluar los efectos de la

proximidad de las nuevas infraestructuras. Este seguimiento debería llevarse a cabo desde antes del inicio de las obras y prolongarse por espacio de 5 años desde la finalización de las mismas, para comparar la situación actual con la futura y caracterizar y evaluar de forma precisa el impacto producido.

Desagües al mar de acequias y lagunas de los espacios naturales

- Para permitir el correcto desagüe de la acequia de la Bunyola al mar, se habilitará un canal de evacuación que atraviese la playa de nueva formación, ya sea de forma natural (dejando las secciones y pendientes adecuadas con el fin de prolongar la acequia hasta el mar) o de forma artificial (mediante canalización, tuberías, ...).
- En lo que se refiere a la comunicación de la laguna de *la Ricarda* con el mar, actualmente existe una situación continua de formación de barras arenosas y de remoción de las mismas mediante acción antrópica. En la situación futura, y dada la poca entidad de la nueva playa a la altura de *La Ricarda*, se deberá mantener la misma dinámica con el fin de alterar en lo mínimo a la laguna.

5.2.7 Paisaje

Alteración de las visuales extrínsecas

Las medidas correctoras a adoptar para la minimización de la alteración de las visuales extrínsecas desde la zona del delta del Llobregat radican en la adecuada restauración paisagística de la margen derecha del nuevo cauce del río. No obstante, es difícil llegar a compatibilizar completamente dicho impacto, llegándose, en el mejor de los casos, a un impacto moderado

Alteración de las visuales intrínsecas

Las medidas correctoras para este impacto se pueden inscribir en el ámbito de la ZAL, mediante las actuaciones de ajardinamiento de los espacios verdes previstos, adecuación estética de las construcciones y limitación de las alturas de los edificios, ya prevista en el Plan Especial de la ZAL.

5.2.8 Atmósfera

Contaminación atmosférica y sónica

- Reducción del plazo de ejecución
- *Uso de maquinaria poco impactante para el desarrollo de las obras y que esté dotada de medidas anticontaminación.*
- Transporte de materiales de cantera por vía marítima a fin de minimizar los impactos más intensos asociados con el transporte por carretera.
- Alternativas constructivas que minimicen los volúmenes necesarios de material de cantera (por ejemplo, utilización de cajones en las obras de defensa o rellenos de las zanjas para el asiento de diques con arenas compactadas en lugar de todo uno).

5.2.9 Medio socioeconómico

Incremento de la circulación

- En la fase de proyecto constructivo, se llevará a cabo un estudio de la afluencia de vehículos prevista por efecto de la ampliación de las actividades del Puerto de Barcelona.
- Se dimensionará la red de accesos en base los datos de afluencia previstos.
- La señalización para el acceso a los distintos sectores del puerto y de salida hacia las principales direcciones (localidades próximas y capitales de provincia) se hará de forma clara y bien visible.

Afecciones sobre las actividad pedagógica y lúdica de la zona del delta

- Se señalará la zona de forma que el sector de población que tradicionalmente había utilizado las áreas ocupadas para fines lúdicos y educativos, pueda desplazarse a otros lugares de la zona de características similares, sin ningún tipo de peligro por proximidad a las nuevas infraestructuras o sus accesos.
- Se habilitarán itinerarios alternativos debidamente señalizados y fuera del ámbito de las nuevas infraestructuras, que en ningún caso supongan el cruce a nivel de vías de acceso y salida de las nuevas instalaciones.

6 Coste de las medidas correctoras

Dada la condición de Plan Director de la actuación que se estudia en el presente Estudio de Impacto Ambiental, el coste de las medidas correctoras es orientativo, a falta de una mayor definición mediante proyectos constructivos correspondientes a cada actuación.

En el presupuesto se contemplan las acciones a realizar tanto durante la fase de planificación de las obras del Plan Director, como durante su construcción, así como el seguimiento posterior de algunos elementos del medio especialmente sensibles.

A continuación, se presenta el resumen del coste de las medidas correctoras:

Presupuesto general de medidas de protección y corrección ambiental

Concepto	Importe en miles de pesetas
1. Presupuesto de medidas de gestión ambiental durante la fase de planificación	147.772
2. Presupuesto de medidas correctoras durante la fase de ejecución	4.123.072
3. Presupuesto de medidas correctoras durante la fase de explotación	-
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4.270.844
13% de gastos generales	556.210
6% de beneficio industrial	256.251
Total parcial	5.082.304
16% IVA	813.169
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	5.895.473

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de **cinco mil ochocientos noventa y cinco millones cuatrocientas setenta y tres mil pesetas**.

7 Conclusiones

Una vez analizados los resultados del estudio del medio que acogerá las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, y teniendo en cuenta su nivel de detalle, que corresponde a una fase de planificación avanzada, con definición de anteproyecto, el presente Estudio de Impacto Ambiental concluye lo siguiente:

1. Las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, no afectan ambientes marinos especialmente sensibles, ya que se trata de una zona fuertemente banalizada en cuanto a comunidades del medio marino.
2. Los impactos sobre los acuíferos del delta del Llobregat, tanto el profundo como el superficial, serán inexistentes o, en todo caso, compatibles.
3. El impacto de la construcción del puerto sobre la dinámica litoral puede calificarse como de severo, debiendo aplicar medidas correctoras de cierta

entidad, como son la construcción de un dique de en la margen derecha del río Llobregat, para aprovechar el efecto de basculamiento para la creación de nueva superficie de playa, y el aporte de materiales para mantenerla.

4. Aunque el Plan Director no prevé la ocupación de ningún espacio protegido, no es menos cierto que, por proximidad, puede conllevar una serie de impactos sobre dichos espacios de interés que, en algunos casos, pueden llegar a calificarse como de severos, debiendo, de forma inmediata y durante un espacio de tiempo prolongado después de las obras, dedicar especial atención al comportamiento de los diferentes elementos de este medio y sus variaciones respecto a la situación anterior a la puesta en obra del Plan Director.
5. El Plan Director conlleva impactos severos sobre algunas especies de aves protegidas, lo cual obliga a tomar medidas de recuperación de hábitats para dichas especies (creación o ampliación de superficies que puedan albergar a dichas aves).
6. El proyecto conlleva consigo una gran cantidad de impactos socioeconómicos positivos, lo cual lo hace necesario para este elemento del medio.

A continuación, se resume la evaluación del Plan Director según las afecciones sobre los diferentes elementos del medio, una vez aplicadas las medidas correctoras explicadas en capítulos anteriores, mediante cuadros sintéticos.

Valoración de los impactos asociados a las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, después de la aplicación de medidas correctoras durante la fase de construcción.

Medio afectado		Evaluación	
Hidrología subterránea y geomorfología		-/C	
Hidrología superficial		C	
Medio marino: aguas		+	
Medio marino: comunidades del fondo marino		C	
Medio marino: Dinámica de sedimentos		**	
Playas		**	
Medio biótico terrestre: fauna		**	
Medio biótico terrestre: vegetación		+	
Espacios naturales		**	
Paisaje		+	
Atmósfera		C	
Medio socioeconómico		+	

Impacto crítico	***	Impacto compatible	C
Impacto severo	**	Impacto inexistente	-
Impacto moderado	*	Impacto positivo	+

Valoración de los impactos asociados a las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, después de la aplicación de medidas correctoras durante la fase de explotación.

Medio afectado		Evaluación	
Hidrología subterránea y geomorfología		-	
Hidrología superficial		C	
Medio marino: aguas		+	
Medio marino: comunidades del fondo marino		C	
Medio marino: Dinámica de sedimentos		**	
Playas		**	
Medio biótico terrestre: fauna		**	
Medio biótico terrestre: vegetación		-	
Espacios naturales		**	
Paisaje		+	
Atmósfera		C	
Medio socioeconómico		+	

Impacto crítico	***	Impacto compatible	C
Impacto severo	**	Impacto inexistente	--
Impacto moderado	*	Impacto positivo	+

Finalmente, se puede afirmar que el Plan Director del Puerto de Barcelona, tal como está conceptualizado supone un impacto moderado-severo sobre el medio natural en su conjunto y un impacto positivo sobre el medio socio-económico.

Del presente Estudio de Impacto Ambiental se deduce la conveniencia de las actuaciones estudiadas, siempre aplicando de forma rigurosa las medidas correctoras en el presente documento descritas.

Barcelona, a 15 de febrero de 1999.

CONSULTORES

DIRECTOR DEL PROYECTO

Pier Berglund i Viladevall
Entom, s.l.

Joan Tasia i Pitarch
Entom, s.l.

Sr. D. Luís Montero García
Comisionado del Presidente para las obras
de ampliación del Puerto de Barcelona.

Visto bueno:

Sr. D. Josep Oriol Carreras
Director del Puerto de Barcelona

PLANOS

Planos del EIA seleccionados para el documento de síntesis

(La numeración se corresponde con la de los planos del documento original)

- Plano núm 5.3** Situación actual (1:100.000)
- Plano núm 5.6** Situación futura (1:40.000)
- Plano núm 6.1** Descripción del Plan Director: Planta general
- Plano núm 6.2** Descripción del Plan Director: Fases de desarrollo
- Plano núm 6.3** Descripción del Plan Director: Secciones tipo de los diques
- Plano núm 7.1** Planta general de la alternativa A1
- Plano núm 7.2** Planta general de la alternativa A2
- Plano núm 7.3** Planta general de la alternativa B1
- Plano núm 8.2** Estudio del medio terrestre: Fauna
- Plano núm 8.4** Estudio del medio terrestre: Situación de los puntos de muestreo de las medidas acústicas
- Plano núm 8.5** Estudio del medio marino: Localización de las estaciones de muestreo y tipo de analítica realizada.
- Plano núm 8.9** Estudio del medio: Hidrogeología. Planta localización sondeos.
- Plano núm 8.10** Estudio del medio marino: Hidrogeología. Perfiles geológicos
- Plano núm 9.1** Principales medidas correctoras
- Plano núm 9.2** Medidas correctoras en la nueva desembocadura del río Llobregat